

**DISEÑO DE LINEAMIENTOS BASADOS EN LA FILOSOFÍA LEAN  
CONSTRUCTION EN LAS ETAPAS GERENCIALES DE UN PROYECTO CIVIL**

**PABLO ELIAS SUAREZ ROA**



**UNIVERSIDAD DE LA COSTA – CUC**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**

**BARRANQUILLA**

**2017**

**DISEÑO DE LINEAMIENTOS BASADOS EN LA FILOSOFÍA LEAN  
CONSTRUCTION EN LAS ETAPAS GERENCIALES DE UN PROYECTO CIVIL**

**PABLO ELIAS SUAREZ ROA**

**Proyecto final de graduación presentado como requisito Parcial para optar por el título de  
ingeniero civil**

**Asesor**

**CLAUDIA INES AYALA RUEDA**



**UNIVERSIDAD DE LA COSTA – CUC**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**

**BARRANQUILLA**

**2017**

**HOJA DE APROBACIÓN**  
**UNIVERSIDAD DE LA COSTA**

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad de la Costa como Requisito  
parcial para optar al grado de Ingeniero Civil

---

CLAUDIA INES AYALA RUEDA  
DIRECTOR PROYECTO DE GRADO

---

NESTOR ESCORCIA REDONDO  
LECTOR No.1

---

ISMAEL QUINTERO ESPINOZA  
LECTOR No.2

---

PABLO ELIAS SUAREZ ROA  
SUSTENTANTE

## DEDICATORIA

*Inicialmente deseo dedicarle este trabajo especial a todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad, capacidad que tenemos todos, es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo.*

*Doy gracias primordialmente a Dios por darnos la inteligencia, sabiduría, entendimiento y la capacidad para persistir y seguir adelante a pesar de todas las adversidades que se presentaron a lo largo del camino, logrando alcanzar las metas propuestas.*

*A nuestras familias, en especial a nuestros padres por su apoyo incondicional, valores, sacrificio, lucha incansable y por darnos el bien más valioso que los padres pueden brindar a sus hijos, la educación, quiénes nos han impulsado a ser cada día mejor, siendo nuestra motivación para nunca rendirnos a alcanzar nuestras metas.*

*Se requiere de muchos estudios para ser profesional, pero se requiere de toda una vida para aprender a ser persona”*

## RECONOCIMIENTOS

*La realización de esta investigación de proyecto de grado para optar al título de ingeniero civil fue posible, en primer lugar a la universidad de la costa (CUC) por los aportes y conocimientos adquiridos a lo largo del desarrollo de la carrera.*

*A su director de programa Pedro Romero Leiro por su cooperación prestada en el desarrollo del proyecto.*

*A mi asesora, Ing. Claudia Inés Ayala Rueda quiero brindarle todo mi agradecimiento por su compromiso, consejos, conocimiento, y sobre todo tiempo dedicado a la realización de este proyecto.*

*A mis padres por darnos brindarnos la educación y valores tanto personal como académica para el desarrollo de nuestra vida profesional.*

*A mis amigos por todo el ánimo y apoyo moral que fue de gran ayuda para llevar a cabo el proyecto.*

*Y por último a todas las personas involucradas directa o indirectamente.*

*Simplemente gracias.*

## INDICE DECONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RECONOCIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	ix
ABREVIATURAS .....	x
RESUMEN EJECUTIVO .....	xi
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	4
1.3 JUSTIFICACION.....	5
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos .....	6
1.5 ALCANCE .....	7
1.6 HIPOTESIS .....	8
<b>2. MARCO TEORICO .....</b>	<b>12</b>
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	12
2.2 Introducción a un proyecto conceptos, características y funciones. ....	13
2.2.1 ¿Qué es un Proyecto?.....	13
2.2.2 Relaciones entre Portafolios, Programas y Proyectos .....	14
2.2.3 ¿Qué es la Dirección de Proyectos? .....	15
2.2.4 Proyectos y Planificación Estratégica .....	16
2.2.5 Responsabilidades y Competencias del Director del Proyecto .....	18

2.2.6 Influencia de la organización y ciclo de vida del proyecto.....	19
2.2.7 Interesados del Proyecto.....	19
2.2.8 Controlar la Calidad .....	20
2.3 Principios de lean production. ....	23
2.3.1 LEAN THINKING.....	24
2.3.2 Toyotismo .....	25
2.3.3 Principios Del Lean Manufacturing .....	27
2.3.4 Implementación de la filosofía lean. ....	28
2.3.5 Producción Lean .....	29
2.3.6 Gestión innovadora, producción “lean” y comunicación interna en las empresas. ....	30
2.3.7 Caracterización de la producción “lean” en la gestión innovadora de las empresas.....	31
2.3.9 lean management es una filosofía global. Como tal puede integrar y valerse de diversas herramientas para conseguir la mejora de los flujos de trabajo: .....	33
2.3.10 El arquitecto inglés Lauri Koskela impulsa este concepto que se ha impuesto en varios países del mundo. ....	35
2.3.11 Labores de gestión en la construcción .....	36
2.4 Introducción al lean construction .....	37
2.4.1 Origen de Lean Construction .....	37
2.4.2 Definición de Lean Construction .....	37
2.4.3 La construcción según el enfoque Lean.....	39
2.4.4 Modelo tradicional .....	39
2.4.5 Un nuevo enfoque en la gestiónla construcción sin pérdidas LPD (lean project delivery)41	
2.4.6 Lean construction y el mejoramiento de la productividad .....	43
2.5 Sistema ÚLTIMO planificador.....	44
2.5.1 Sistema ultimo planificador y lean construction.....	44
2.5.2 Sistema ultimo planificador .....	45

2.6 Las claves del éxito de Toyota, LEAN más que un conjunto de herramientas y técnicas.....	48
2.6.1 Eliminación de la muda (despilfarro) .....	48
2.6.2 Reducción de costes y el uso de lean Thinking en la construcción de aeropuertos .....	49
2.7 Bases fundamentales de la filosofía Lean Thinking y su desarrollo en la Lean Construction. ...	50
2.8 Principios Básicos del Lean Construction .....	52
2.8.1 Reducir el porcentaje de actividades que no agregan valor. ....	52
2.9 Herramientas de lean construction. ....	53
2.9.1 Administración de procesos por demanda (Pull-Driven Process Management). ....	53
2.9.2 Justo a tiempo (just in time). ....	53
2.9.3 Reingeniería en el proceso de negocio (Business Process Reengineering). ....	54
Integrated Project Delivery (IPD).....	55
Target Value Design (TVD).....	55
<b>3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>59</b>
3.1 Introducción .....	59
3.2 Fuentes de Información .....	60
3.2.1 Fuentes Primarias:.....	60
3.2.2 Fuentes Secundarias .....	61
3.3 Técnicas de Investigación .....	62
3.4 Método de Investigación.....	63
3.5 Herramientas .....	65
<b>4 DESARROLLO.....</b>	<b>67</b>
4.1 TÉCNICAS y herramientas de administración profesional de proyectos.....	67
4.1.1 DECLARACION Y DESCRIPCION DEL ALCANCE .....	67
4.1.2 La EDT del proyecto .....	68
4.1.3 Elaboración del cronograma del Proyecto .....	69



4.1.4 Elaboración del presupuesto.....	70
4.1.5 Documentación de roles y responsabilidades.....	71
4.1.5.1 Matriz de Responsabilidades .....	72
4.1.6 Organigrama .....	73
4.1.7 Plan para la Dirección del Personal .....	74
4.1.8 Elaboración del Plan de las Comunicaciones del Proyecto .....	75
4.1.9 Plan de Comunicaciones .....	76
4.1.10 Recolección de información .....	77
4.1.9.1 Elaboración de Cuestionarios para Encuestas y entrevistas .....	77
4.2 Aplicación de la filosofía lean en las etapas gerenciales de un proyecto civil .....	89
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>96</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>98</b>
Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO.....	99
ANEXO 2: EDT.....	104
ANEXO 3: CRONOGRAMA.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RELACIÓN GRUPOS DE PROCESOS Y ÁREAS DE CONOCIMIENTO .....	21
TABLA 2. PRINCIPIOS LEAN PRODUCTION .....	23
TABLA 3. CUADRO COMPARATIVO LEAN CONSTRUCTION (CONSTRUCCIÓN SIN PERDIDAS) VS CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL. ....	47
TABLA 4. RESUMEN DEL MARCO METODOLOGICO .....	66
TABLA 5. CRONOGRAMA DEL PROYECTO .....	69
TABLA 6. ESTIMACION DE COSTOS DEL PROYECTO .....	71
TABLA 7. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES .....	72
TABLA 8. MATRIZ DE REGISTRO DE LOS STAKEHOLDRES .....	75
TABLA 9. SIMBOLOGIA DE LA MATRIZ .....	76
TABLA 10. MATRIZ DE COMUNICACIONES .....	77
TABLA 11. ESTADISTICAS GENERALES DE ENCUESTAS .....	80

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. ADAPTACIÓN ACTUALIZADA DE LA CASA TOYOTA .....	26
ILUSTRACIÓN 2. DESCRIPCION DEL LEAN CONSTRUCTION .....	38
ILUSTRACIÓN 3. ENFOQUE TRADICIONAL VS ENFOQUE LEAN .....	40
ILUSTRACIÓN 4. MODELO LPD (BALLARD 2000B). .....	42
ILUSTRACIÓN 5. LEAN ELIMINACION DE MUDA .....	49
ILUSTRACIÓN 6. PROPUESTA IPD.....	55
ILUSTRACIÓN 7. PROPUESTA IPD.....	56
ILUSTRACIÓN 8. TERMINOS DE COSTEO ASOCIADOS CON TVD .....	57
ILUSTRACIÓN 9. EDT DEL PROYECTO .....	68
ILUSTRACIÓN 10. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO.....	73
ILUSTRACIÓN 11. GRAFICO PREGUNTA 1 .....	81
ILUSTRACIÓN 12. GRAFICO PREGUNTA DOS .....	82
ILUSTRACIÓN 13. GRAFICO PREGUNTA 3 .....	83
ILUSTRACIÓN 14. GRAFICO PREGUNTA CUATRO.....	84
ILUSTRACIÓN 15. GRAFICO PREGUNTA CINCO.....	85
ILUSTRACIÓN 16. GRAFICO PREGUNTA SEIS .....	86
ILUSTRACIÓN 17. ETAPAS DE GERENCIA DE UN PROYECTO CIVIL .....	89
ILUSTRACIÓN 18. HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION .....	90
ILUSTRACIÓN 19. CUADRO LINEAMIENTOS DEL LEAN CONSTRUCTION EN LAS ETAPAS DE UN PROYECTO .....	92
ILUSTRACIÓN 20. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL LEAN CONSTRUCTION.....	93

## ABREVIATURAS

<b>CUC:</b>	Universidad de la costa.
<b>PMBOK:</b>	Project Management Body of Knowledge.
<b>PMI:</b>	Project Management Institute.
<b>PFG:</b>	Proyecto Final de Grado.
<b>LC:</b>	Lean Construction
<b>JIT:</b>	Just in time
<b>LPS:</b>	Last Planner System
<b>LPD:</b>	Lean project delivery

## RESUMEN EJECUTIVO

Las etapas gerenciales de un proyecto cuentan con dependencias definidas que normalmente se ejecutan en cada proyecto, dentro de estas etapas ocurren la mayor parte de las actividades necesarias para la elaboración del mismo. El principal objetivo de esta investigación es el diseño de lineamientos basados en la filosofía lean construction para la aplicación de estos en las etapas gerenciales de un proyecto civil. El lean construction o construcción sin pérdidas es una metodología adaptada del sistema de producción Toyota, el modelo consiste principalmente en la considerar los proceso que generan valor y eliminar los que no generan, es decir las pérdidas.

Con la aplicación de este modelo en las etapas gerenciales de un proyecto civil buscamos una alternativa al método tradicional, que nos ayude a mejorar el desarrollo de nuestros proyectos. Utilizando este sistema podemos obtener resultados muy beneficiosos para nuestro sector, ya que se mejorarían los tiempos, costos y calidad, además le agregaría un valor agregado a nuestro producto final.

La investigación, enmarcada bajo el enfoque metodológico de investigación aplicada en la modalidad de proyecto factible, se desarrolla mediante la ejecución de los siguientes objetivos específicos:

- a) Conocer la filosofía lean construction y cada una de sus distintas herramientas.
- b) Elaborar un diagnóstico que identifique que empresas ubicadas en la ciudad de Barranquilla tienen conocimiento y/o aplican la filosofía lean construction.
- c) Identificar las etapas gerenciales de un proyecto civil.

- d) Aplicar las herramientas de la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil.
- e) Proponer estrategias para que las empresas apliquen la filosofía lean construction a la hora de gestionar y ejecutar un proyecto civil.
- f) Elaborar un cuadro comparativo con las ventajas y desventajas de la aplicación de la filosofía lean construction en un proceso constructivo.
- g) Elaborar la estructura de desglose de trabajo (EDT).
- h) Elaborar un artículo científico basado en el siguiente proyecto para publicar en una revista indexada.

**DISEÑO DE LINEAMIENTOS BASADOS EN LA FILOSOFÍA LEAN  
CONSTRUCTION EN LAS ETAPAS GERENCIALES DE UN PROYECTO CIVIL**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo anterior, el mundo comenzaba a sumergirse en un cambio, que emanó en el sector automovilístico (*Lean Manufacturing*) que luego gracias a su gran éxito fue aplicándose en distintos sectores de la industria, uno de ellos el sector construcción, comenzando así en la década de los 90, pero iniciando un mayor impacto a mediados de la primera década del siglo XXI siendo las empresas estadounidenses pioneras en esta nueva filosofía de trabajo.

Actualmente en Colombia el sector de la construcción está generando mucho dinamismo al momento de ser uno de los puntos más importantes del producto interno bruto (*PIB*), pero al mismo tiempo es uno de los sectores con menor grado de desarrollo que tiene el país, ya que mantiene las mismas tradicionales técnicas de construcción.

Este sistema *Lean* nos suministra instrumentos que ayudan a la contribución en una mayor composición entre los distintos agentes sociales que intermedian a través del ciclo de vida del proyecto.

En este tipo de sistema se enfatiza como foco de importancia, la reducción de desperdicios en la obra que de manera considerable reducen los costos finales de un proyecto aumentando así la rentabilidad y las utilidades en el mismo.

Además brinda enormes beneficios a las empresas que implementen este tipo de sistemas en la construcción, ya que toda reducción de tiempo obtenida se verá reflejada en los costos de cualquier proyecto civil, estos sistemas también llevan al vanguardismo al sector de la



construcción en Colombia, ya que se optimizan tiempos y le aporta más eficacia a la ejecución del proyecto llevándolo al futuro en la construcción y a los modelos implementados de manera global.

Sin embargo uno de los obstáculos más importantes a vencer son el miedo al cambio, ese miedo tan arraigado de las personas a cambiar lo que ya se conoce, ese miedo a salir de la zona de confort, ese miedo de explorar tierras nuevas, ese es el obstáculo cultural y psicológico más importante que tiene el sistema lean construcción, es este el principal detractor de este tipo de sistemas ya que la construcción tradicional si bien genera ganancias significativas, estas se pueden aumentar y llegar ser más efectivos y rentables, además del valor agregado que le aporta la innovación y la salto de calidad que le aporta el sistema Lean al sector de la construcción.

El enfoque de esta investigación está basado en implementar la metodología lean en las etapas gerenciales de un Proyecto Civil, con esto logramos tener mayor planificación y control de este, reforzando así las falencias que encontramos actualmente en los sistemas de gestión de proyectos tradicionales.

La metodología lean se ha convertido en el ‘último grito’ del mundo empresarial, y esto es así por un motivo muy sencillo: las startups, o empresas de reciente creación, demandan un nuevo modelo de gestión, algo dinámico y diferente y el camino que conduce hasta esto comienza con el procedimiento lean startup.

No es fácil seguir el ritmo de la tecnología en una época de constantes cambios como en la que vivimos, y mucho menos lo es entender los nuevos términos con los que se bautizan esas transformaciones.

En todos los negocios se suele incurrir en el error de emplear demasiado tiempo y recursos en el desarrollo de un producto sin apenas conocer qué es lo que se demanda en el mercado y cuáles son las preferencias de nuestro público. Este procedimiento, como es de esperar, supone que al lanzarlo al mercado, nos encontremos con una falta de hueco en el que colocarlo.

Esto tan sólo nos conduce a un precipicio de la mano de un producto en el que habremos empleado tiempo, dinero e ideas de negocio que podrían habernos sido muy útiles de haberlas sabido emplear de forma más eficaz.

## 1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En la realización de un proyecto suelen presentarse cantidades de imprevistos o contratiempos cuantificables y no cuantificables, que pueden afectar al desarrollo de este, tales problemas comunes son las estimaciones erróneas, movilidad de recursos, insuficiencias de recursos, calendarios, o cumplimiento de requisitos entre otros, ya que esto puede variar según el tipo de proyecto civil que se maneje y las condiciones del entorno.

El modelo realizado por el arquitecto Lauri Koskela en la década de los 90 nos brinda soluciones a muchos de los inconvenientes presentados a la hora de elaborar un proyecto civil, ya que el enfoque lo tenemos en lo que nos afecta o no necesitamos, eliminado así todo lo referente a pérdidas y reforzando lo que realmente genera valor a nuestro proyecto, prescindiendo así de procesos que no generan valor a nuestro proyecto pero que si son necesarios para la ejecución del mismo.

Poco se ha hablado de este tipo de sistemas en Colombia por lo que se hace imperativo encontrar la manera de romper la barrera hacia al cambio ya que este es el principal impedimento para la socialización y popularización del sistema lean en Colombia ya que la construcción tradicional es la más usada con todos sus déficit ya que la tradición es seguir usando lo que ya se conoce cuando aún hay mejores y más eficientes sistemas probados y usados en Colombia en el ámbito de la construcción.

### 1.3 JUSTIFICACION

Desde el inicio de los tiempos la construcción ha sido parte de la evolución de la humanidad y el camino hacia la civilización, está desarrollada para cubrir las necesidades del hombre al mismo tiempo que este iba evolucionando, hasta convertirse en globalización, generando avances económicos y sociales en el mundo.

La construcción o más claro la industria de la construcción debe de ser considerada una de las más importantes, aunque es de notar que aun en una industria tan evolucionada, se siguen utilizando métodos tradicionales en los cuales se encuentran errores que aparentan no ser perceptibles, el objeto de la construcción tradicional es localizar estos errores como lo pueden ser la pérdida de un material, incumplimiento o demoras por parte de los proveedores o incluso fallas que causan perdidas dentro de la planificación.

Por otro lado la filosofía lean construction actúa de manera en la que estos errores sean previstos desde la planificación y antes de la ejecución de un proyecto para así lograr reducir las pérdidas, además de que este sistema abarca varias etapas de la construcción de las cuales van desde la planificación hasta control de calidad en las cuales se puedan presentar dichas pérdidas.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar lineamientos basados en la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a) Conocer la filosofía lean construction y cada una de sus distintas herramientas
- b) Elaborar un diagnóstico que identifique las empresas ubicadas en la ciudad de Barranquilla que tienen conocimiento y/o aplican la filosofía lean construction
- c) Identificar las etapas gerenciales de un proyecto civil
- d) Elaborar un cuadro comparativo con las ventajas y desventajas de la aplicación de la filosofía lean construction en un proceso constructivo
- e) Elaborar la estructura de desglose de trabajo (EDT)
- f) Aplicar las herramientas de la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil
- g) Proponer estrategias para que las empresas apliquen la filosofía lean construction a la hora de gestionar y ejecutar un proyecto civil
- h) Elaborar un artículo científico basado en el proyecto

## **1.5 ALCANCE**

La implementación de la filosofía lean construction para el mejoramiento del sector de construcción, cubriendo las etapas gerenciales de un proyecto civil, con el objetivo de abarcar y lograr una mejor gestión y/o manejo con respecto a la planificación, ejecución, control de calidad y reducción de pérdidas. Cubriendo así cada una etapa del proyecto consiguiendo un estado de producción mayor y sin pérdidas, del cual el objetivo es prever fallas tanto materiales como inmateriales que puedan ser las causantes de dichas pérdidas.

## 1.6 HIPOTESIS

Escribir una hipótesis rápidamente se convierte en una de las partes más complicadas al momento de diseñar y/o redactar cualquier proyecto de investigación. Todo el proyecto y la investigación giran alrededor de la hipótesis de investigación (H1) y la hipótesis nula (H0).

Dentro del campo a investigar procedemos a enfocarnos en un prospecto probable dentro de la filosofía lean construction para luego desarrollar nuestra hipótesis.

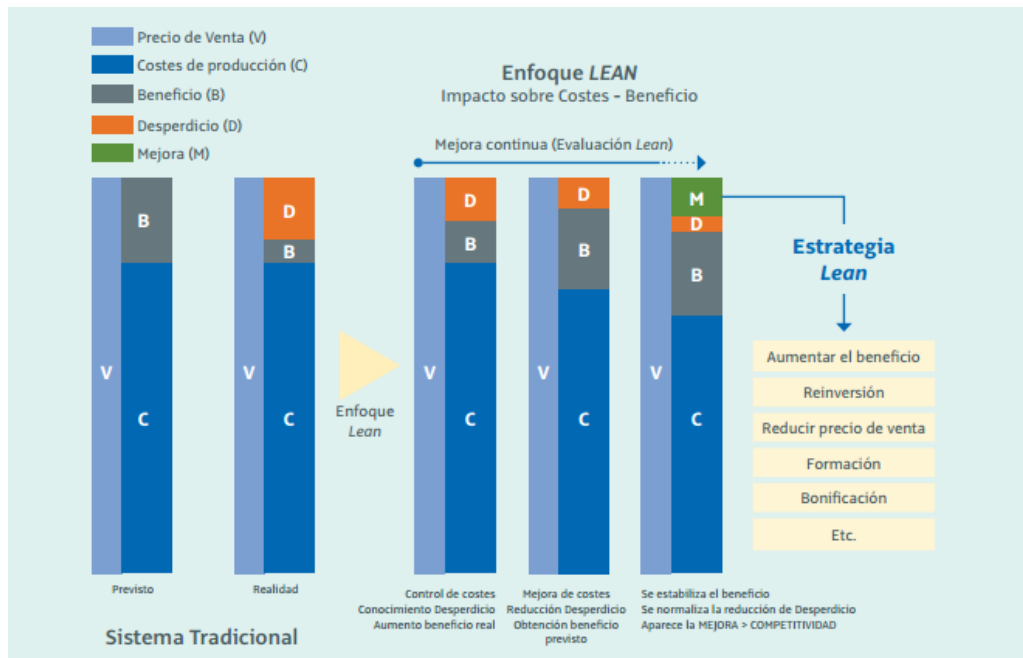
Para el desarrollo de la hipótesis decidimos utilizar los datos de la investigación del artículo Introducción a Lean Construction de la autoría de Juan Felipe Pons Achell. Este autor hace una comparación expresada gráficamente entre el enfoque tradicional y el enfoque lean, se traducirán estos datos de manera que se puedan resolver por medio de una prueba de hipótesis, se busca esto para generar una hipótesis más realista, aunque los datos basados en la gráfica serán aproximaciones, para llegar a esto procedemos a redactar nuestra hipótesis.

***La filosofía lean construction supera al método tradicional en el desarrollo en cada una de las etapas gerenciales de un proyecto civil.***

- ***Hipótesis alterna:*** los conceptos de la filosofía lean abarcan y desarrollan las etapas gerenciales del proyecto.
- ***Hipótesis nula:*** el método tradicional es más seguro y confiable dentro de las etapas gerenciales de un proyecto civil.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico del proyecto es suministrado tomando como ejemplo el análisis ya mencionado



Fuente: Introducción a Lean Construction - Juan Felipe Pons Achell.

Hacemos el análisis de la gráfica y convertimos está en valores numéricos realizando aproximaciones hipotéticas para obtener las muestras de los dos métodos.

Análisis: extraemos la media como un promedio de efectividad basados en los que observamos con respecto a los datos de costos, beneficios, desperdicios y mejoras para los dos métodos, la muestra será hipotética es estimara un número de pruebas, y se proporcionaran los otros datos teóricamente.



**Procedemos a probar la hipótesis.**

Se desea probar que método es más efectivo para el desarrollo en las etapas gerenciales de un proyecto civil, el enfoque tradicional o método A o el enfoque lean construction o método B con un margen de error de 2%.

**a.** ¿se puede afirmar que hay diferencia significativa entre los dos métodos?

**b.** se puede predecir según la información que el método B es mejor que el A.

Tabla: representación numérica del análisis gráfico.

Métodos	#de pruebas	Promedio de mejora	Desviación estándar
tradicional (A)	35	3.52	1.35
lean (B)	45	3.75	1.12

**Formulas**

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Se rechaza  $H_0$  cuando  $Z_o > Z_{\alpha/2}$  o  $Z_o < -Z_{\alpha/2}$

$$\alpha = 2\% = 0.02$$

$$Z_{\alpha/2} = 0.02/2 = 0.01$$

Solución

$$a. H_0: u_1 = u_2 \quad \text{vs} \quad H_1: u_1 \neq u_2$$

$$Z_{0.02} = 2.05 \quad -Z_{0.02} = -2.05$$

$$Z = \frac{3.52 - 3.75}{\sqrt{\frac{1.35^2}{35} + \frac{1.12^2}{45}}} = 0.28$$

Por lo tanto no se rechaza la hipótesis puede que haya una diferencia significativa entre

Los métodos

**Se puede predecir según la información que el método B es mejor que el A**

$$H_0: u_1 \geq u_2 \quad \text{vs} \quad H_1: u_1 < u_2$$

$$Z = 0.28 < Z_{0.02} = 2.05$$

Se rechaza la hipótesis es decir que puede que el método B sea mejor que el método A.

## **2. MARCO TEORICO**

En el presente capítulo se exponen los conceptos y definiciones inherentes al diseño de lineamientos basados en la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil, los cuales sirven de fundamento teórico para la presente investigación.

### **2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

A principios del siglo XX surgió la primera filosofía de producción denominado “El Fordismo”, que se refiere al modo de producción en cadena que llevó a la práctica Henry Ford: fabricante de automóviles de Estados Unidos. El fordismo fue una filosofía que predominó en la industria automovilística entre los años 30 y 70. Su éxito se debió a la producción en serie a través de cadenas de producción modernas en esa época, lo que permitió reducir considerablemente los costes de producción por unidad. En los años 50 se desarrolló el movimiento de Just in Time (JIT) en las fábricas de Toyota. Esta iniciativa se considera como el nacimiento del Lean Manufacturing. Y con el transcurso de los años fueron apareciendo varias iniciativas que, a través de sus objetivos y recomendaciones fueron cuestionando al modelo de producción tradicional. Lean Manufacturing es el conjunto de planteamientos teóricos que creados en el transcurso del tiempo a través de las críticas que se han formulado al sistema de producción tradicional y tiene como objetivo de mejorar la producción haciéndola más eficaz y eficiente. (ALARCÓN, 2013)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> ALARCÓN, J. A. (2013). “GERENCIA DE PROYECTOS BAJO FILOSOFÍA LEAN. Guayaquil.

## 2.2 INTRODUCCIÓN A UN PROYECTO CONCEPTOS, CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES.

Según la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos del artículo perteneciente a *Institute, Project Management*, donde se expresan las definiciones básicas que constituyen un proyecto de acuerdo a un estatuto basado en conceptos, que cubren desde lo que es un proyecto en definición, los alcances, lo que estos

Pueden generar hasta una descripción, responsabilidades, dirección y la calidad, son los siguientes. (PMI, 2013)<sup>2</sup>

### 2.2.1 ¿Qué es un Proyecto?

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. Asimismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el proyecto. Que sea temporal no significa necesariamente que la duración del proyecto haya de ser corta. Se refiere a los compromisos del proyecto y a su longevidad. (PMI, 2013) En general, esta cualidad de temporalidad no se aplica al producto, servicio o resultado creado por el proyecto; la mayor parte de los proyectos se emprenden para crear un resultado duradero. Por ejemplo, un proyecto para

---

<sup>2</sup>Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (GUÍA PMBOOK), Institute

construir un monumento nacional creará un resultado que se espera perdure durante siglos. Por otra parte, los proyectos pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales susceptibles de perdurar mucho más que los propios proyectos.

Un proyecto puede generar:

- Un producto, que puede ser un componente de otro elemento, una mejora de un elemento o un elemento final en sí mismo.
- Un servicio o la capacidad de realizar un servicio (p.ej., una función de negocio que brinda apoyo a la producción o distribución).
- Una mejora de las líneas de productos o servicios existentes (p.ej., Un proyecto Seis Sigma cuyo objetivo es reducir defectos).
- Un resultado, tal como una conclusión o un documento (p.ej., un proyecto de investigación que desarrolla conocimientos que se pueden emplear para determinar si existe una tendencia o si un nuevo proceso beneficiará a la sociedad).

## **2.2.2 Relaciones entre Portafolios, Programas y Proyectos**

La relación entre portafolios, programas y proyectos es tal que un portafolio se refiere a un conjunto de proyectos, programas, subconjuntos de portafolios y operaciones que se gestionan como un grupo para alcanzar determinados objetivos estratégicos. Los programas se agrupan en un portafolio y comprenden subprogramas, proyectos o cualesquiera otros trabajos que se gestionan de manera coordinada para contribuir al portafolio. Los proyectos individuales, estén o no incluidos en el ámbito de un programa, siempre se consideran parte de un portafolio. Aunque los proyectos o programas del portafolio no son necesariamente interdependientes ni están

necesariamente relacionados de manera directa, están vinculados al plan estratégico de la organización mediante el portafolio de la misma. (PMI, 2013)<sup>3</sup>

### **2.2.3 ¿Qué es la Dirección de Proyectos?**

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 47 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Grupos de Procesos. (PMI, 2013) Estos cinco Grupos de Procesos son:

- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Monitoreo y Control
- Cierre.

Dirigir un proyecto por lo general incluye, entre otros aspectos:

- Identificar requisitos
- Abordar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados en la planificación y la ejecución del proyecto
- Establecer, mantener y realizar comunicaciones activas, eficaces y de naturaleza colaborativa entre los interesados

---

<sup>3</sup>Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (GUIA PMBOOK)., Institute

- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto y generar los entregables del mismo
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que incluyen, entre otras:

El alcance

- La calidad
- El cronograma
- El presupuesto
- Los recursos
- Los riesgos.

#### **2.2.4 Proyectos y Planificación Estratégica**

Los proyectos se utilizan a menudo como medio para alcanzar directa o indirectamente los objetivos recogidos en el plan estratégico de una organización. Por lo general, los proyectos se autorizan como resultado de una o más de las siguientes consideraciones estratégicas:

- Demanda del mercado (p.ej., una compañía automotriz que autoriza un proyecto para construir más automóviles de bajo consumo en respuesta a la escasez de combustible)
- Oportunidad estratégica/necesidad del negocio (p.ej., un centro de formación que autoriza un proyecto de creación de un curso nuevo para aumentar sus ingresos)
- Necesidad social (p.ej., una organización no gubernamental en un país en vías de desarrollo que autoriza un proyecto para dotar de sistemas de agua potable, baños y

educación sanitaria a comunidades que padecen altos índices de enfermedades infecciosas)

- Consideraciones ambientales (p.ej., una empresa pública que autoriza un proyecto para crear un nuevo servicio que consista en compartir automóviles eléctricos a fin de reducir la contaminación)
- Solicitud de un cliente (p.ej., una empresa eléctrica que autoriza un proyecto para construir una nueva subestación a fin de abastecer un nuevo parque industrial)
- Avance tecnológico (p.ej., una compañía de productos electrónicos que autoriza un proyecto nuevo para desarrollar un ordenador portátil más rápido, más económico y más pequeño sobre la base de los avances en materia de memorias y de tecnología electrónica)
- Requisito legal (p.ej., un fabricante de productos químicos que autoriza un proyecto para establecer pautas para la correcta manipulación de un nuevo material tóxico). Los proyectos incluidos en programas o portafolios constituyen un medio para alcanzar las metas y los objetivos de la organización, a menudo en el contexto de un plan estratégico. Si bien dentro de un programa un grupo de proyectos puede tener beneficios específicos, estos proyectos también pueden contribuir a los beneficios del programa, a los objetivos del portafolio y al plan estratégico de la organización. (PMI, 2013)



### **2.2.5 Responsabilidades y Competencias del Director del Proyecto**

Por regla general, los directores de proyecto tienen la responsabilidad de satisfacer necesidades: las necesidades de las tareas, las necesidades del equipo y las necesidades individuales. (PMI, 2013)<sup>4</sup>

Dado que la dirección de proyectos es una disciplina estratégica crítica, el director del proyecto se convierte en el nexo de unión entre la estrategia y el equipo. Los proyectos son imprescindibles para el crecimiento y la supervivencia de las organizaciones. Los proyectos crean valor en forma de procesos de negocio mejorados, son indispensables para el desarrollo de nuevos productos y servicios y facilitan a las compañías la respuesta ante los cambios del entorno, la competencia y el mercado. El rol del director del proyecto, por tanto, se torna cada vez más estratégico. (PMI, 2013)

Sin embargo, la comprensión y aplicación de conocimientos, herramientas y técnicas que se reconocen como buenas prácticas no son suficientes para gestionar los proyectos de manera eficaz. Además de las habilidades específicas a un área y de las competencias generales en materia de gestión requeridas para el proyecto, una dirección de proyectos eficaz requiere que el director del proyecto cuente con las siguientes competencias:

**Conocimiento:** Se refiere a lo que el director del proyecto sabe sobre la dirección de proyectos.

**Desempeño:** Se refiere a lo que el director del proyecto es capaz de hacer o lograr cuando aplica sus conocimientos sobre la dirección de proyectos.

---

<sup>4</sup>Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (GUIA PMBOOK), Institute

Personal: Se refiere a la manera en que se comporta el director del proyecto cuando ejecuta el proyecto o actividades relacionadas con el mismo. La eficacia personal abarca actitudes, características básicas de la personalidad y liderazgo, lo cual proporciona la capacidad de guiar al equipo del proyecto mientras se cumplen los objetivos del proyecto y se equilibran las restricciones del mismo.

### **2.2.6 Influencia de la organización y ciclo de vida del proyecto**

Los proyectos y la dirección de proyectos se llevan a cabo en un entorno más amplio que el del proyecto en sí. La comprensión de este contexto contribuye a asegurar que el trabajo se lleva a cabo de acuerdo con los objetivos de la organización y se gestiona de conformidad con las prácticas establecidas en la organización. Esta sección describe cómo la influencia de la organización afecta a los métodos utilizados para la asignación de personal, la dirección y la ejecución del proyecto. Analiza la influencia de los interesados del proyecto y su gobernabilidad, la estructura del equipo del proyecto y la participación de los miembros en él, así como los diferentes enfoques para la división en fases y la relación entre actividades dentro del ciclo de vida del proyecto.<sup>5</sup>

### **2.2.7 Interesados del Proyecto**

Los interesados incluyen todos los miembros del equipo del proyecto así como todas las entidades interesadas, ya sea interna o externa a la organización. El equipo del proyecto identifica a los interesados tanto internos como externos, positivos y negativos, ejecutores y asesores, con objeto de determinar los requisitos del proyecto y las expectativas de todas las

---

<sup>5</sup> Institute, *Project Management*, GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS

partes involucradas. El director del proyecto debe gestionar las influencias de los distintos interesados con relación a los requisitos del proyecto para asegurar un resultado exitoso.

### **2.2.8. Controlar la Calidad**

Controlar la Calidad es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios.

Entre los beneficios clave de este proceso se incluyen: (1) identificar las causas de una calidad deficiente del proceso o del producto y recomendar y/o implementar acciones para eliminarlas; y (2) validar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los requisitos necesarios, especificados por los interesados clave, para la aceptación final. El Gráfico A1-48 representa las entradas y salidas de este proceso.

(Institute)<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup>*Institute, Project Management, GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS*

**Tabla 1. Relación grupos de procesos y áreas de conocimiento**

Áreas de conocimiento	Grupos de procesos de la dirección de proyectos				
	Grupos de procesos	Grupos de procesos de planificación	Grupos de procesos de ejecución	Grupos de procesos de monitoreo y control	Grupo de procesos de cierre
4. gestión de la integración del proyecto	4.1 desarrollar el acta de constitución del proyecto	4.2 desarrollar el plan para la dirección del proyecto	4.3 dirigir y gestionar el trabajo del proyecto	4.4 monitorear y controlar el trabajo del proyecto. 4.5 realizar el control integrado de cambios	4.6 cerrar el proyecto fase
5. gestión del alcance del proyecto		5.1 planificar la gestión del alcance 5.2 recopilar requisitos. 5.3. definir el alcance. 5.4. crear la		5.5 validar el alcance 5.6 controlar el alcance	
6. gestión del tiempo del proyecto		6.1 planificar la gestión del cronograma 6.2 definir las actividades 6.3 secuenciar las actividades 6.4 estimar los recursos de las actividades 6.5 estimar la duración de las actividades 6.6 desarrollar el cronograma		6.7 controlar el cronograma.	
7. gestión de los costos del proyecto		7.1 planificar la gestión de los costos 7.2 estimar los costos 7.3 determinar el presupuesto		7.4 controlar los costos	

FUENTE: PMBOOK 5TA EDICION

8. gestión de la calidad del proyecto		8.1 planificar la gestión de la calidad	8.2 realizar el aseguramiento de la calidad.	8.3 controlar la calidad	
9. gestión de los recursos humanos del proyecto		9.1 planificar la gestión de recursos humanos	9.2 adquirir el equipo de proyecto 9.3 desarrollar el equipo del proyecto. 9.4 dirigir el equipo del proyecto		
10. gestión de las comunicaciones del proyecto		10.1 planificar la gestión de las planificaciones.	10.2 gestionar las comunicaciones	10.3 controlar las comunicaciones	
11. gestión de los riesgos del proyecto		11.1 planificar la gestión de los riesgos 11.2 identificar los riesgos 11.3 realizar el análisis cualitativo de los riesgos 11.4 realizar el análisis cuantitativo de los riesgos 11.5 planificar el		11.6 controlar los riesgos	
12. gestión de las adquisiciones del proyecto		12.1 planificar la gestión de las adquisiciones	12.2 efectuar las adquisiciones.	12.3 controlar las adquisiciones	12.4 cerrar las adquisiciones.
13. gestión de los interesados del proyecto.	13.1 identificar a los interesados	13.2 Planificar la gestión de los interesados.	13.3 gestionar la participación d los interesados.	13.4 controlar la participación d los interesados.	

## 2.3 PRINCIPIOS DE LEAN PRODUCTION.

Los principios fundamentales de lean production fueron descritos por los autores que acuñaron este término (Womack, Jones y Ross 1990; Womack y Jones, 1996). No obstante, han sido importantes los trabajos que han profundizado en los principios que sustentan este modelo.

Cusumano (1994) presenta una serie de factores principales como condición necesaria para lograr los objetivos de calidad, productividad y flexibilidad que establece lean production. Estos factores que denominan los principios de lean Management son agrupados en función de su incidencia sobre la producción y sobre el producto. (J, 2007)<sup>7</sup>

Fuente: (J, 2007)

TABLA 2. PRINCIPIOS LEAN PRODUCTION

<b>Principios que afectan a producción</b>	<b>Principios que afectan al producto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción en pequeños lotes (JIT).</li> <li>- Mínimo inventario en proceso.</li> <li>- Concentración geográfica de plantas de ensamble y producción de componentes.</li> <li>- Sistema tipo “pull”<sup>5</sup> y utilización de tarjetas Kankan.</li> <li>- Nivelación de la producción.</li> <li>- Cambio rápido de útiles.</li> <li>- Racionalización de maquinaria y líneas.</li> <li>- Estandarización del trabajo.</li> <li>- Dispositivos automáticos a prueba de errores.</li> <li>- Trabajadores multidisciplinarios.</li> <li>- Alto nivel de subcontratación.</li> <li>- Uso selectivo de automatización.</li> <li>- Proceso continuo de mejora incremental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rápida sustitución de modelos de productos.</li> <li>- Expansión frecuente de modelos de productos.</li> <li>- Fases de desarrollo solapadas y comprimidas.</li> <li>- Alto nivel de ingeniería en proveedores.</li> <li>- Jefe de proyecto de alta representatividad.</li> <li>- Continuidad en equipos de diseño y dirección.</li> <li>- Riguroso plan de ingeniería y disciplina de trabajo.</li> <li>- Sistemas de comunicación adecuados</li> <li>- Uso experto en diseño de útiles asistido por ordenador.</li> <li>- Mejora continua incremental del producto.</li> </ul>

<sup>7</sup> J, E. A. (2007). *lean production estado actual y desafíos futuros de la investigación*.

### **2.3.1 LEAN THINKING.**

En este punto este autor describe las técnicas del lean Thinking, nos enfocamos en estas prácticas como antecedentes teóricos de lean construction.

#### **2.3.1.1 Desperdicios.**

- Exceso de producción o producción temprana: producir más de lo que el cliente demanda o hacerlo antes de tiempo. Ocupa trabajo y recursos valiosos que se podrían utilizar en responder a trabajo y recursos valiosos que se podrían utilizar en responder a la demanda del cliente.
- Esperas: por falta de planificación, de comunicación o de tardanza en el suministro de materiales, herramientas, información.
- Transportes desde o hacia el lugar del proceso: los materiales se deberían entregar y almacenar en el punto de fabricación, para evitar traslados innecesarios.
- Inventarios: se deben reducir al mínimo ya que suponen un coste financiero y de almacenamiento.
- Procesos (inapropiados): dedicar más esfuerzos de los necesarios en revisiones y actualizaciones; la calidad se debe insertar en todas las fases del proceso de forma que cada una de ellas sea correcta desde el principio.

- Defectos: multiplican los costes y el tiempo de trabajo y consumen una parte importante de los recursos para su solución.
- Desplazamientos: los empleados deben tener a su disposición todas las herramientas y recursos que vayan a necesitar para evitar desplazamientos.

### **2.3.2 Toyotismo**

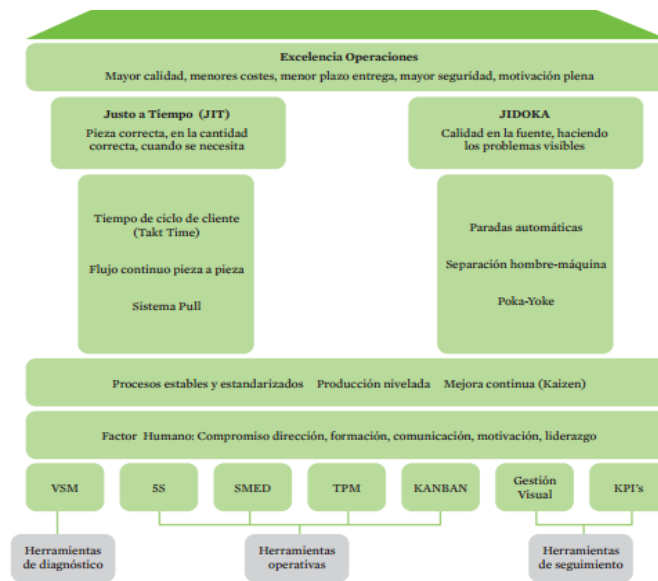
#### **Eliminación de los recursos redundantes considerados**

- Eliminación de los recursos redundantes considerados como superfluos y la implantación de la producción ligera, es decir, la necesidad de menos existencias, menos espacio, menos movimiento de materiales, menos aparatos informativos, tecnologías más austeras y menos trabajadoras (fábrica mínima). El suministro Just-in-time de los materiales que se van a elaborar o ensamblar, de forma que exista mayor flexibilidad con el mercado.



- El objetivo de Calidad Total, eliminar defectos lo antes posible y en el momento en que se detecte. Las diversas fases del proceso productivo se conciben como una relación entre el proveedor y el cliente regulada por la auto certificación de la calidad del material o de

Ilustración 1. Adaptación actualizada de la casa Toyota



la prestación efectuada.

- Fuente: Figueroa – LEAN THINKING.

### 2.3.3. Principios Del Lean Manufacturing

Constituyen el funcionamiento de esta filosofía.

- Valor

Comprensión de lo que es valor para el cliente; el foco se externaliza desplazándose hasta el consumidor final, que es quien decide lo que es importante y le aporta valor.

- Flujo de valor

Estudio de todas las fases del proceso de producción, para determinar las que añaden valor y las que se deben cambiar o eliminar.

- Flujo continuo

Unificación de las fases de trabajo en un espacio único.

- Jalar producción

El producto se termina hasta que los clientes hacen el pedido.

- Mejora continua

En la medida en que se eliminan los pasos innecesarios y los flujos de trabajo se adaptan a los pedidos de los clientes, se comprueban las reducciones de costes, esfuerzo y tiempos de trabajo en todas las áreas de la empresa. (Figuerola).<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup>Figuerola, R. V. (s.f.). *LEAN THINKING*.

### **2.3.4 Implementación de la filosofía lean.**

Según este autor la filosofía lean es aplicada desde diferentes puntos y factores que describen el uso de la filosofía.

La implementación del nuevo modelo de producción implica un cambio de paradigma, lo que naturalmente genera barreras debido a la resistencia al cambio. Sin embargo, en el reporte técnico de Koskela se presentan cuatro factores fundamentales para el éxito de la implementación:

- **Compromiso de la alta gerencia.**

El liderazgo es fundamental para lograr un cambio de mentalidad a nivel general. Liderazgo que está representado en la alta gerencia, sin el cual se crean barreras naturales que detienen cualquier esfuerzo a diferentes niveles de la organización. El cambio debe ser aceptado e interiorizado desde el nivel más alto de la organización, con lo que se logra un mejor entendimiento del mismo por parte de las personas involucradas, logrando paso a paso un cambio cultural.

- **Enfoque en la medición del desempeño y las mejoras.**

La gestión se debe enfocar en la medición de los procesos y el mejoramiento de los mismos y no en el desarrollo de las capacidades. Se deben tener indicadores reales de los procesos que permitan identificar las causas de las pérdidas.

- **Participación.**

Para la implementación del nuevo modelo de producción, debe existir participación de los empleados, los equipos de trabajo pueden aportar ideas para el mejoramiento de los procesos.

- **Aprendizaje.**

La implementación requiere del aprendizaje de los principios, conceptos, herramientas, técnicas y demás del nuevo modelo de producción. Una forma de aprendizaje es la implementación en proyectos piloto a una escala limitada. Adicionalmente, se deben transmitir los resultados de la implementación a todos los niveles de la organización.

### **2.3.5 Producción Lean**

Este autor plantea los principios, conceptos y características de otro antecedente teórico de la filosofía lean construction y esta es lean production, o producción sin pérdidas en el artículo encontramos una descripción por parte del autor de esta filosofía.

El sistema de producción Lean fue desarrollado en Toyota por el ingeniero Ohno después de la Segunda Guerra Mundial, con el propósito de eliminar los desperdicios. El sistema de producción de Toyota se enfocó en producir los automóviles de acuerdo con los requerimientos de los clientes, entregarlos en el tiempo justo y sin mantener inventarios para la producción. La idea básica del sistema de producción de Toyota es la 5 eliminación de los inventarios y cualquier otro desperdicio, a través de un lote pequeño de producción, tiempos reducidos de alistamiento, máquinas de producción semiautónomas y alianzas estratégicas con los proveedores. Desperdicio fue definido como la falla en cumplir con los requerimientos del cliente, no entregar el producto a tiempo o tener un inventario improductivo, es decir un

inventario que no esté en proceso. Por lo tanto, en la producción Lean es fundamental la coordinación entre la línea de producción y las cadenas de suministro (proveedores) para entregar el producto en el momento justo, cumpliendo los requerimientos del cliente y sin inventario. Los principios Lean son:

- Especificar claramente el concepto de valor desde la perspectiva del cliente.
- Identificar claramente la cadena de valor y eliminar todos los pasos que no agregan valor al producto.
- Lograr que los pasos que generan valor ocurran sin interrupciones mediante una eficiente gestión entre las interfaces de los diferentes pasos.
- Permitir que el cliente extraiga valor del equipo de proyectos.
- Buscar de manera continua la perfección (eliminar constantemente las pérdidas). (Ribón, 2011).<sup>9</sup>

### **2.3.6 Gestión innovadora, producción “lean” y comunicación interna en las empresas.**

Vivimos en un mundo caracterizado por un entorno industrial muy competitivo y con una demanda inestable. Como afirma Maldonado (2008), ello se debe a las exigencias de los clientes en los mercados maduros, que necesitan productos de alta calidad, los cuales deben ajustarse a sus necesidades específicas, como entregas rápidas y eficientes. Actualmente, no hay ninguna duda de que, dentro de las empresas, la aceptación y creación de sistemas basados en la

---

<sup>9</sup> Ribón, J. G. (2011). *Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean en proyectos de construcción. bogota.*

innovación de productos y procesos organizacionales lleva al éxito, sustentado en las mejoras en la competitividad y en la eficiencia que aquellos sistemas traen consigo (Martínez, 2006). Por ello, como sostiene Chiva (2014), y hemos mencionado en él su apartado

1.1 de este trabajo, es fundamental administrar y organizar las empresas de una forma flexible para alcanzar su éxito en el mercado, de acuerdo con su ventaja competitiva y en relación con el entorno en el que se desenvuelve. A partir del contexto citado anteriormente por Chiva, según el cual las empresas actualmente persiguen modelos afines con la revolución industrial, este autor sostiene el argumento de que el modelo actual de la empresa está asentado en el control, es decir, jerarquía, desconfianza, autocracia, individualismo, etcétera. En su opinión, “Hay emociones negativas que se destacan por la ansiedad, el miedo o la apatía, debido a que hay trabajadores que afirman tener jefes tóxicos.

Este concepto de empresa tiene como consecuencia la poca innovación; por tanto, hoy en día entorpece su supervivencia”.

### **2.3.7 Caracterización de la producción “lean” en la gestión innovadora de las empresas.**

Existe abundante literatura que avala el éxito en la implantación de técnicas Lean, como puede apreciarse en las referencias bibliográficas que aparecen al final de este documento. Lean puede ser utilizado con éxito en diferentes sectores, incluyendo aquellos que no tienen un alto nivel de automatización, empresas de servicios e incluso dentro de la administración pública.

Algunos estudios (Fortuny et al., 2008) señalan, como factores clave de éxito para la exitosa implantación de Lean Manufacturing en pequeñas y medianas empresas, la adecuada financiación y el liderazgo del proyecto. Pues bien, no obstante, y a pesar de los precedentes anteriores, algunos autores señalan, como causas de la baja implantación de Lean Manufacturing,

el enfoque equivocado de considerar lean como un conjunto de técnicas, en lugar de una filosofía (Asenjo, 2009). Otro enfoque equivocado es considerar Lean Manufacturing como una panacea para resolver todo tipo de problemas (Araujo y Brunet, 2011). Las herramientas y principios de Lean Management, son aplicados en empresas de mayor o menor tamaño (Maldonado, 2013). La manera de establecer los principios forma parte de implantar una dinámica de mejora continua desde la situación actual de las empresas y su contexto (Rajadell y Sánchez, 2010). ‘Toyota’ estableció su sistema de gestión con un proceso de error y prueba a lo largo del tiempo, junto con un entorno sociopolítico determinado (Liker, 2011). Dicho proceso de implantación no es ahora extrapolable (Lareau, 2003): los modelos que aparecen en la documentación revisada son contingentes; se desarrollan análisis ex-post de implantaciones ya hechas, buscando rasgos comunes en cada proceso de implantación y realizando relaciones intuitivas en un conjunto de empresas, para así llegar a conclusiones válidas en condiciones determinadas (Jackson, 1997).

Como se desprende de lo comentado en páginas anteriores, el método Lean tiene como objetivo principal desarrollar una cultura hacia una organización más eficaz, mediante una serie de cambios en los procesos de un negocio, con la meta de aumentar la rapidez de respuesta, por medio de disminución de desperdicios, costes y tiempos (Rajadell y Sánchez, 2010).

Actualmente, las empresas que son más competitivas de todos los sectores de la industria utilizan este método de gestión y las herramientas que están asociadas para lograr ser los mejores (Guillebeau, 2013). Lean Manufacturing ha estado muy vinculado a la historia industrial y al desarrollo de la administración de la producción (Espejo y Moyani, 2007). A continuación, se hace una revisión de su evolución histórica y las diferentes perspectivas relacionadas con esta filosofía de fabricación.

(Rodríguez, 2014)<sup>10</sup>

### **2.3.8 Lean management.**

Es otro de los aspectos de la filosofía este desde un punto de vista que como describe el autor es más organizacional.

Lean es un nuevo modelo de negocio que tiene como objetivo ofrecer un rendimiento superior para los clientes, empleados, accionistas y sociedad en general. Inicialmente, este rendimiento superior entrega exactamente lo que quieren los clientes sin problemas, demoras, molestias, errores. Muy rápidamente también libera capacidad dentro de la organización para ofrecer al cliente un producto y servicio con más valor, aprovechando los recursos disponibles y con pocos costes adicionales.

El Lean Management es un sistema de organización productiva basado en la eliminación del despilfarro, los sobrecostes y en la mejora continua de los flujos de trabajo de forma que se centren los esfuerzos de la organización en los procesos que aportan valor para el cliente.

### **2.3.9 lean management es una filosofía global. Como tal puede integrar y valerse de diversas herramientas para conseguir la mejora de los flujos de trabajo:**

- Just in Time: estrategia de gestión de inventarios consistente en la reducción de los tiempos de procesamiento y sus costes asociados. Se basa en la comunicación rápida y la adaptabilidad a los cambios externos. Puede resumirse en "tener la cantidad justa de material durante el tiempo justo".

---

<sup>10</sup>Rodríguez, E. P. (2014). *LA COMUNICACIÓN INTERNA COMO FACTOR CLAVE DE ÉXITO EN LA PRODUCCIÓN "LEAN"*. Segovia.



- SMED: son las siglas de Single Minute Exchange of Die. Consiste en la rápida adaptación de un equipo para pasar de la producción de un producto a otro, o de un proceso laboral a otro, con el mínimo lapso de tiempo de inactividad. Es un concepto muy vinculado con la polivalencia del equipo de trabajo y su flexibilidad. Una de sus claves es estandarizar las funciones - pero no las personas- y adoptar operaciones paralelas.<sup>11</sup>
- Total Predictive Maintenance: sistema de mantenimiento de los equipos en el cual el propio usuario realiza funciones de mantenimiento. Se trata de integrar la prevención en el propio proceso de trabajo de manera que el trabajador o el equipo que utiliza un material realice un continuo mantenimiento sin depender constantemente de "departamentos de mantenimiento". Evita interrupciones continuas en el flujo de trabajo por problemas con el equipamiento.
- Pull: sistema de gestión de la demanda basada en proporcionar aquello que el mercado solicita y no más. Tradicionalmente se optaba por tratar de saturar el mercado con nuestra oferta. Esta estrategia crea muchos costes asociados y muchas incertidumbres contrarias al lean management.
- Total Quality Management: estrategia de gestión consistente en incrustar una conciencia de calidad en todos y cada uno de los procesos. La calidad no es el dominio del "departamento de control de calidad" sino que tiene que estar integrada en el flujo de

---

<sup>11</sup> Shingo, S. (2008). *Lean Management*.

trabajo. Todos los miembros de la organización son responsables de la satisfacción del cliente. Está muy relacionado con la mejora continua y la idea japonesa del Atarimae Hinshitsu (un bolígrafo tiene que escribir) y el Miryokuteki Hinshitsu (un bolígrafo tiene que escribir bien).

- Estandarización: la existencia de estándares permite el flujo continuo. Eso implica llamar siempre a las mismas cosas por el mismo nombre. A menudo en las organizaciones se da el caso de departamentos que utilizan un lenguaje diferente para hablar de las mismas cosas. Esto supone un sobre coste de traducción.(Shingo, 2008).<sup>12</sup>

### **2.3.10 El arquitecto inglés Lauri Koskela impulsa este concepto que se ha impuesto en varios países del mundo.**

Lauri Koskela, fundador de la metodología Lean Construction (Construcción sin pérdidas) y la Cámara Colombiana de la Construcción regional Bogotá y Cundinamarca) reconocieron a 18 empresas colombianas, líderes en el país en la implantación de este modelo en sus proyectos constructivos.

El evento formó parte de las actividades del Foro ‘Innovación en la gestión integral de proyectos: diseño, logística y eficiencia’, realizado en el marco de Expo construcción & Expo diseño 2015.

Según Koskela, el modelo le permite a las empresas reducir costos de operación, aumentar ganancias, reducir residuos de materiales y mejorar la productividad y la calidad de vida de las personas que trabajan en el sector.

---

<sup>12</sup> Shingo, S. (2008). *Lean Management*.

El modelo fue creado en 1992 y consiste en la puesta en marcha de cambios conceptuales en la gestión de la construcción con el objeto de mejorar la productividad enfocando todos los esfuerzos en la estabilidad del flujo de trabajo.

Para Martha Moreno, gerente de Camacol, los modelos como Lean Construction les posibilitan a las firmas de construcción mayores ahorros de dinero, tiempo y recursos naturales, lo que se traduce en proyectos integrales que del diseño a la construcción creen mejores ciudades.

En su conferencia, el catedrático disertó sobre la evolución, estado y futuro de su concepto Lean Construction, así como casos de éxito del modelo que se han implementado en Brasil y los Estados Unidos.<sup>13</sup>

### **2.3.11 Labores de gestión en la construcción**

Como líder del grupo de investigación que ha desarrollado la teoría de ‘la gestión del proyecto y la producción sin pérdidas’, Koskela considera que el modelo se debería adoptar en el mundo porque ha probado que permite bajar costos de producción y aumentar la calidad.

El arquitecto recordó casos de su implementación en hospitales de California (Estados Unidos) y en el desarrollo de las autopistas financiadas por Highways Agency en el Reino Unido, entre otros proyectos.

(portafolio.co, 2015).<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> portafolio.co. (21 de mayo de 2015). Recuperado el 31 de enero de 2016, de Lean Construction' va en 18 empresas: <http://www.portafolio.co/negocios/lean-construction-colombia>.

<sup>14</sup> portafolio.co. (21 de mayo de 2015). Recuperado el 31 de enero de 2016, de Lean Construction' va en 18 empresas: <http://www.portafolio.co/negocios/lean-construction-colombia>.

## 2.4 INTRODUCCIÓN AL LEAN CONSTRUCTION

De acuerdo con este autor quien se dedicó a construir las bases conceptuales del lean construction. *Introducción a Lean Construction - Juan Felipe Pons Achell*. En este artículo se centra en las definiciones y precedentes de la filosofía lean construction y las compara con un modelo tradicional, según este autor lean comprende cada etapa de planeación y desarrollo de una construcción.

### 2.4.1. Origen de Lean Construction

Durante su estancia en la Universidad de Stanford, California, USA, en 1992, el finlandés Lauri Koskela escribió el documento Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción, en el que estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo pionero de Koskela fue un hito clave en el desarrollo de una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción. El término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993. (Achell, 2014

### 2.4.2. Definición de Lean Construction

La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción se conoce como Lean Construction o construcción sin pérdidas. en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro. (Achell, 2014)<sup>15</sup>

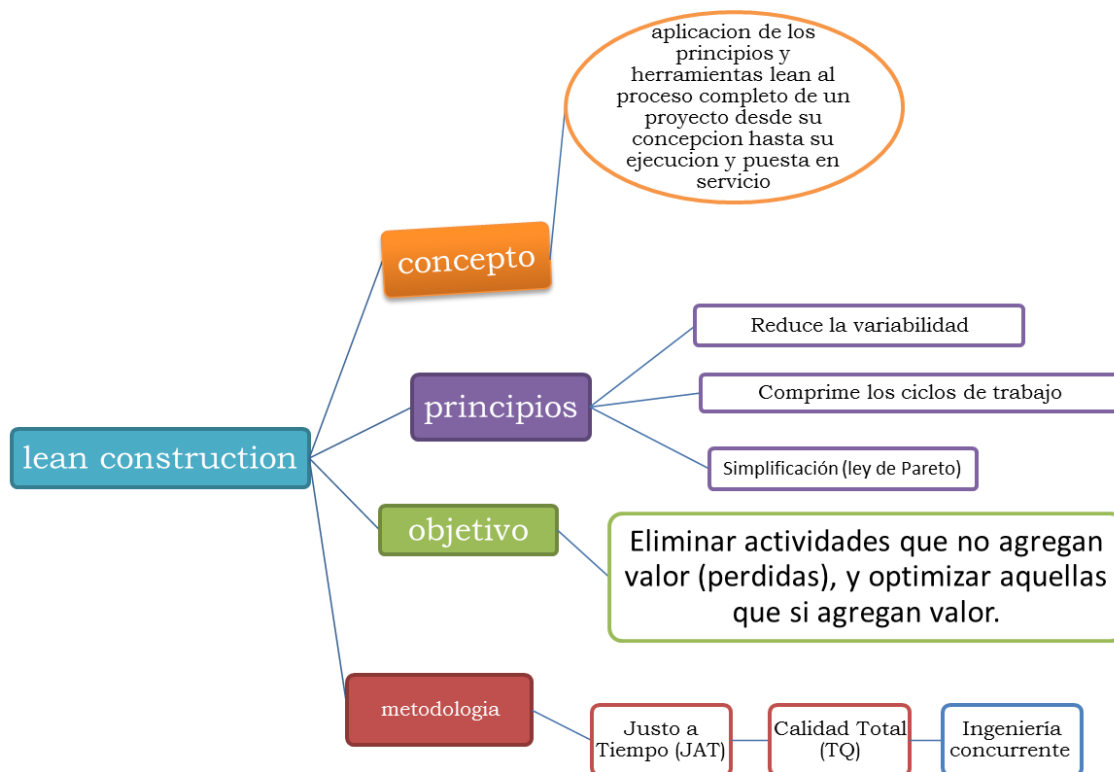
---

<sup>15</sup> Achell, J. F. (2014). *Introduction a Lean Construction*.

Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio.

Entendemos Lean como una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, pre-comercialización, marketing y ventas, ejecución, servicio de postventa, atención al cliente, puesta en marcha.

## ILUSTRACIÓN 2. DESCRIPCION DEL LEAN CONSTRUCTION



Fuente: Elaboración propia, 2016

### 2.4.3. La construcción según el enfoque Lean

En la siguiente figura se explican las principales diferencias de enfoque y planteamiento entre un sistema tradicional de gestión de proyectos (izquierda del gráfico), donde el desperdicio o inproductividad no ha sido considerado desde un punto de vista económico, y el sistema según un enfoque Lean (derecha de gráfico) en el que, desde el inicio del proyecto, todos los agentes y actores involucrados en el mismo trabajan para maximizar el valor del cliente y minimizar todas aquellas actividades, gestiones y transacciones inútiles que no añaden valor, teniendo en cuenta los intereses generales de todos y no los particulares de cada parte. (Achell, 2014).<sup>16</sup>

### 2.4.4. Modelo tradicional

Los problemas típicos del modelo tradicional de la gestión integral de proyectos, desde su fase inicial de diseño hasta su ejecución, uso y mantenimiento, incluyen:

- Escasa formación y experiencia en los nuevos sistemas de gestión y planificación de obras.
- Control de calidad ineficaz basado en métodos estadísticos que están lejos de garantizar el cien por cien de la calidad. ○ Escaso rigor en el cumplimiento de las medidas de seguridad.
- Errores y omisiones en proyectos.
- Falta de interés en la formación y capacitación de los trabajadores. ○ Falta de coordinación entre los actores intervinientes en las diferentes etapas del proyecto.

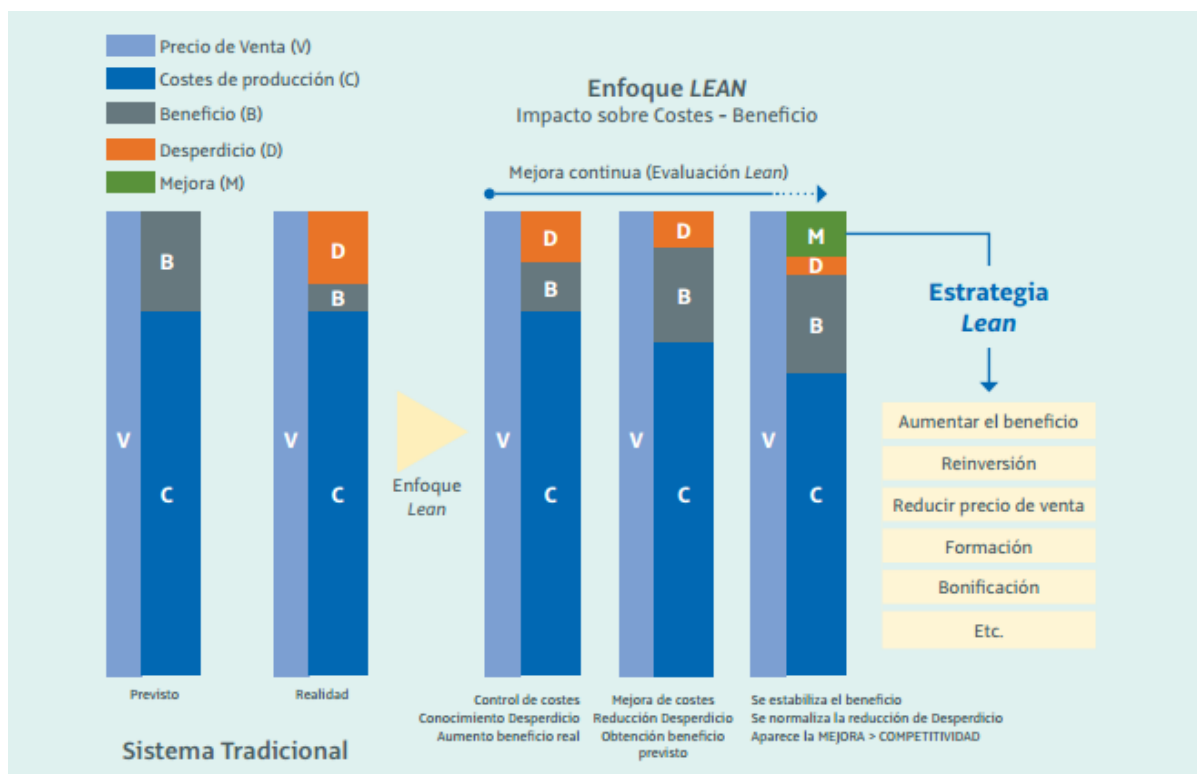
---

<sup>16</sup>Achell, J. F. (2014). *Introduction a Lean Construction*.

- Falta de transparencia y comunicación entre las partes interesadas y Baja productividad comparada con otras industrias.

Las principales consecuencias de todo ello son bien conocidas: ejecución de obras fuera de plazo, sobrecostos, reclamaciones derivadas de la escasa calidad, excesivo número de accidentes laborales y, en general, incertidumbre y variabilidad con respecto a las condiciones iniciales del contrato. Las razones históricas de esta disfuncionalidad son muchas, entre ellas, la multiplicidad de participantes con intereses en conflicto, una cultura organizacional incompatible entre los miembros del equipo de proyecto y el acceso limitado a la información oportuna, en el momento preciso. Así pues, el objetivo de todos los actores en la industria de la construcción debería ser una mejor, más rápida y más eficaz gestión integral del proyecto desde el diseño hasta el uso del edificio o infraestructura creada por la formación de equipos totalmente integrados y colaborativos.

### ILUSTRACIÓN 3. ENFOQUE TRADICIONAL VS ENFOQUE LEAN



Fuente: Introducción a Lean Construction - Juan Felipe Pons Achell.<sup>17</sup>

#### 2.4.5 Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas LPD (“lean project delivery”)

La filosofía integral de la construcción sin pérdidas se concreta en el modelo LPD (“lean Project delivery”), cuya misión es desarrollar el mejor camino posible para diseñar y construir infraestructuras (Campero y Alarcón, 2008). El marco general del modelo viene definido por la intersección entre los proyectos y los sistemas de producción; suele designarse a este dominio como el de los sistemas productivos basados en proyectos (o por proyectos). En cualquier caso, el modelo LPD está pensado para que se aplique a sistemas productivos temporales, como los

<sup>17</sup> Achell, J. F. (2014). *Introduction a Lean Construction*.

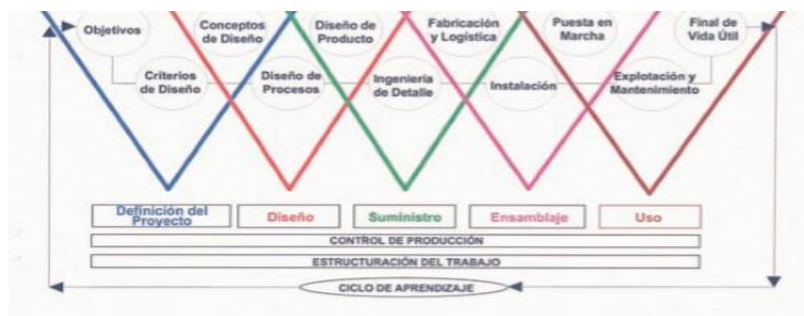


que tienen lugar habitualmente en el sector de la construcción. Las características fundamentales del modelo LPD son (Lichtig, 2006):

- El proyecto se organiza y gestiona como un proceso generador de valor.
- Los agentes que intervienen a posteriori se involucran también en la planificación inicial y en el diseño por medio de equipos multi-funcionales.
- El control del proyecto tiene una función ejecutiva, en oposición a la clásica de detección a posteriori.
- La optimización de esfuerzos se centran en conseguir un flujo de trabajo fiable, en contraste con el incremento de productividad.
- Las técnicas “pull” (de empuje) se utilizan para manejar el flujo de información y de materiales a través de las redes de especialistas.
- Los resguardos de capacidad y de almacén se utilizan para absorber variaciones.
- Los ciclos de retroalimentación se incorporan en cada nivel, de modo que puedan realizar ajustes rápidos. (Luis Fernando Alarcón Cárdenas. Dr. Ingeniero Civil y Eugenio Pellicer

Armiñana. Dr. Ingeniero de Caminos).<sup>18</sup>

#### ILUSTRACIÓN 4. MODELO LPD (BALLARD 2000B).



Fuente: Ballard 2000b

<sup>18</sup> ALARCÓN, J. A. (2013). "GERENCIA DE PROYECTOS BAJO FILOSOFÍA LEAN. Guayaquil.

#### **2.4.6 Lean construction y el mejoramiento de la productividad**

En 1992, Lauri Koskela, académico finlandés presenta el estudio “Application of the new production philosophy to construction”, en el cual analiza el impacto de los nuevos enfoques de producción en la industria de la construcción. Dicho estudio identifica, que las nuevas tendencias comparten un fundamento común: el concebir la producción y sus operaciones como procesos. De acuerdo con Koskela, la nueva filosofía de producción puede ser definida como un flujo de materiales y/o información desde la materia prima hasta el producto final. En este flujo el material es procesado (conversiones), inspeccionado, se encuentra en espera o es transportado. Estas actividades son diferentes entre sí. Los procesos representan las conversiones en la producción, mientras que los transportes, esperas e inspecciones son los flujos de la producción.

En resumen, el nuevo concepto de producción (Lean production), establece que el proceso productivo se compone de conversiones y flujos, a diferencia del sistema tradicional de producción en el que solo se consideran los primeros.

Se denominan conversiones a todas las actividades de transformación que convierten los materiales y la información en productos, pensando en los requerimientos del cliente, por lo tanto en el proceso de producción son las actividades que agregan valor.

Las pérdidas, por el contrario, se consideran todas las actividades que no agregan valor pero que consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de producción (actividades de flujos). (Luis Fernando Botero Botero, 2004).<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup>Luis Fernando Botero Botero, M. E. (2004). universidad EAFIT. Recuperado el 30 de 01 de 2016, de revista universidad EAFIT:  
<http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/864/770>

## **2.5 SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR**

Este artículo comprende la filosofía lean como un sistema de planificación estructurado con sus principios y herramientas capaces de mejorar cualquier proceso abarcando toda su planeación y desarrollo. (Fernández, 2010)

### **2.5.1 Sistema ultimo planificador y lean construction**

El Sistema del Ultimo Planificador (SUP) está inspirado en la filosofía de “Lean Production” o Producción sin Pérdidas. Los principios básicos y las herramientas utilizadas por esta filosofía de producción han sido extensamente difundidos en el sector industrial a partir de la publicación del libro “Lean Thinking” (Womack y Jones, 1996). También se han adaptado progresivamente para acomodarse a los requerimientos del sector de la construcción, denominándose “Lean Construction”. Koskela (1992) puso las bases de la aplicación de la producción sin pérdidas a la construcción, analizando los sistemas productivos alternativos: enfoque “Just-in-time”, ingeniería concurrente, gestión de la calidad total y reingeniería de procesos, así como las ideas implementadas en el proceso manufacturero de Toyota. Posteriormente, introdujo una visión integradora de la producción como flujo de información o de recursos, con tres objetivos fundamentales (Koskela, 2000): reducción de costes, ahorro de tiempo e incremento de valor para el cliente. (Fernández, 2010)<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Fernández, Antonio D. Rodríguez, *La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador*, 2010.

### 2.5.2 Sistema ultimo planificador

Si planificar consiste en determinar lo que “debería” hacerse para completar un proyecto y decidir lo que “se hará” en un cierto período de tiempo, debe reconocerse que debido a restricciones no todo “puede” hacerse, produciéndose retrasos de forma reiterada (véase la figura 1). En la mayoría de las obras lo que “puede” y lo que “se hará” son ambos subconjuntos de lo que “debería” hacerse; si el plan (“se hará”) se desarrolla sin saber lo que “puede” hacerse, el trabajo realmente ejecutado será la intersección de ambos subconjuntos. ¿Cómo puede revertirse esta situación? Es fundamental que antes de decidir lo que “se hará” se tenga un conocimiento adecuado de lo que “puede” hacerse. En procesos periódicos de planificación, los gestores y los ejecutores de las actividades deben primero identificar lo que “puede” hacerse y posteriormente acordar lo que “se hará” durante la semana (véase la figura 2). De esta manera se evita que las actividades se detengan por alguna restricción no liberada. Esta situación ayuda notoriamente a la productividad de las tareas ya que soslaya las molestas detenciones por falta de materiales, mano de obra, etc. El proceso de planificación debe centrarse principalmente en la gestión del “puede”; mientras más podamos agrandar el “puede”, mayor será la posibilidad real de avance. El avance puede verse afectado si la cantidad de actividades que pueden ejecutarse es baja. Para evitar esto, los planificadores deben concentrar sus esfuerzos en liberar las restricciones que impiden que la tarea pueda iniciarse o continuar. De esta forma se agranda el conjunto “puede” aumentando las opciones de avance. Es importante que la gestión se haga sobre el problema raíz ya que no se obtiene nada positivo con solicitar mayor rapidez a los ejecutores de las actividades si no se les entregan los recursos a tiempo. La construcción, por lo tanto, requiere planificación por diferentes personas, en diferentes puestos de la organización, y en momentos diferentes del ciclo de vida de la obra. El SUP define criterios explícitos de asignación que se consideran

compromisos de producción anticipados con el fin de proteger a las unidades productivas de la incertidumbre y la variabilidad. El proceso de aplicación del sistema se realiza de la siguiente forma. (Fernández, 2010)<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup>Fernández, Antonio D. Rodríguez, *La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador*, 2010.

TABLA 3.CUADRO COMPARATIVO LEAN CONSTRUCTION (CONSTRUCCIÓN SIN PERDIDAS) VS CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL.

	lean construction	construcción tradicional
Objetivo	Eliminar actividades que no agregan valor (perdidas), y optimizar aquellas que si agregan valor.	Emplear de forma empírica, usando prueba y error con el fin de lograr un resultado estético y de calidad.
Metodología	Prevenir	Localizar y corregir
Método de Aplicación	1.- Conversiones (Insumos o recursos: mano de obra, equipo, materiales utilizados en ejecutar una tarea que se convierte en producto)  2.- Flujos (inspección, transportes, esperas, etc.).	mano de obra, equipo, materiales utilizados en ejecutar una tarea que se convierte en producto
Alcance	Planificación, ejecución, reducción de pérdidas y mayor control de la calidad.	Diseño y aplicación
Ventajas	1.-Trabajo en equipo.  2.-Comunicación permanente.  3.-Eficiente uso de recursos.  4.-Mejoramiento continuo (Kaizen).  5.-Constructabilidad  6.-Mejoramiento de la productividad apoyándose en la Ingeniería de Métodos como las cartas de balance.	1-Método clásico y de confianza.  2- popularidad.  3- proviene de una tradición.  4- busca un resultado estético.

Fuente: Elaboración propia, 2016

	7.-Reducción de los trabajos no contributarios (tiempos muertos)etc.	
--	---	--

## **2.6 LAS CLAVES DEL ÉXITO DE TOYOTA, LEAN, MÁS QUE UN CONJUNTO DE HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS.**

En este corto libro el autor plantea el uso de la filosofía lean en un proceso de producción para eliminar pérdidas, esto abarca desde la planeación, transporte, producción hasta el control de calidad, eliminando las demoras, transportes inútiles, tiempos lo que ellos definieron como despilfarro.

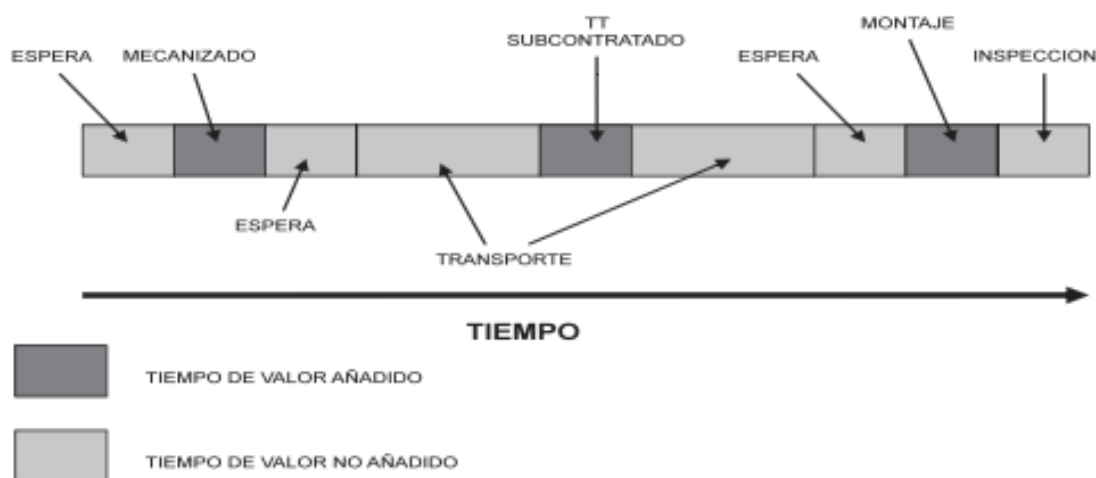
### **2.6.1 Eliminación de la muda (despilfarro)**

La reducción del despilfarro es una de las características clave de los sistemas LEAN. Para buscar la mejora, los métodos tradicionales buscan primero las operaciones que añaden valor e intentan mejorarlas. Los sistemas LEAN se centran primero en buscar las operaciones que no aportan valor e intentan eliminarlas. Según el autor: «La mayoría de los procesos en los negocios son un 90% de desperdicio (WASTE) y un 10% de trabajo con valor añadido» (Liker, 2004, p.138).

Se suele hablar de los 7 MUDAS ó despilfarros: sobreproducción, esperas, transportes, sobre procesar, exceso de inventario, movimientos innecesarios y defectos. El autor añade un octavo MUDA que es el de «la creatividad de los empleados no utilizada» (Liker, 2004, p.65). Creemos que aquí se podría hablar también del conocimiento de los empleados no utilizado, entendiendo conocimiento como la suma de pensamiento, voluntad y acción. No hay que pensar sólo en los procesos productivos, estos MUDAS están también presentes en los procesos de gestión (retraso en las decisiones, espera a firmas,...). También es destacable, por poco usual y valiente, cómo el

autor habla de que una calidad superior a la requerida es «sobre procesar». Ejemplos a eliminar son: «el cliente no lo pide pero nuestro sistema de calidad sí» o «si el cliente no especifica el apartado de la norma, utilizaré el más restrictivo para asegurar que cumpla en cualquier caso» (Asier Tonelado de diego, 2009).<sup>22</sup>

### ILUSTRACIÓN 5. LEAN ELIMINACION DE MUDA



FUENTE: Las claves del éxito de Toyota

#### 2.6.2. Reducción de costes y el uso de lean Thinking en la construcción de aeropuertos

Este autor hace un enfoque bastante económico de la filosofía lean basándose en los conceptos, aplicaciones y características del Lean Thinking, el cual es la base estructural y teórica de lo que es el lean construction.

<sup>22</sup>asier tonelado de diego, n. m. (2009). «Las claves del éxito de Toyota». LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas.



## **2.7 BASES FUNDAMENTALES DE LA FILOSOFÍA LEAN THINKING Y SU DESARROLLO EN LA LEAN CONSTRUCTION.**

La filosofía Lean Thinking persigue entregar al cliente un producto que tenga estrictamente los atributos que el cliente considera valiosos para satisfacer sus necesidades. La clave es determinar qué es lo que el cliente considera de valor en el producto, de modo que se pueda analizar si resulta posible eliminar aquellos

Atributos que no son percibidos como valiosos por el cliente y cuya inclusión no hace sino encarecer el producto. La filosofía fue desarrollada por Toyota a finales de la segunda guerra mundial para competir con la industria americana del automóvil. Toyota estableció tres metas:

- Construir en cada fase de la producción solo aquello que se necesita, lo que fue el primer paso para la reducción de stocks.
- Eliminar todo aquello que no añade valor, lo que significa analizar qué es lo que el cliente percibe como valioso y eliminar, si es posible, todo lo que no lo sea.
- Detenerse en cuanto surge cualquier fallo, con el fin de eliminar los defectos en el estadio más temprano.

Los investigadores Womack, Roos y Jones (1990) analizaron dicha experiencia que resultó muy exitosa para Toyota. Ello dio lugar a diversas experiencias de implementación de los XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Valencia, 11-13 de julio de 2012 80 procesos de Toyota en el sector de la construcción, lo que vino a denominarse “Lean Construction” por algunos autores como Melles (1994) y Seymour (1996). En 1997 Ballard y Howell fundaron el “Lean Construction Institute” con el fin de difundir la aplicación del Lean Thinking al sector de la construcción, desarrollando una metodología denominada Lean Production Delivery System

(LPDS) que mediante una redefinición de todos los procesos persigue maximizar el valor y minimizar las actividades de No Valor en el proceso constructivo. El modelo LPDS está organizado en cinco fases (definición, diseño, suministro, ensamblaje y uso). En el método Lean Construction, para controlar de cerca el flujo de trabajo en la fase de ejecución de obra, se desarrolló el Sistema del Último Planificador (SUP) (en inglés Last Planner System LPS). Este sistema fue desarrollado en Estados Unidos por miembros del Lean Construction Institute, entre ellos el propio Ballard (1994). En este sistema, la programación de la siguiente semana de trabajo se realiza en función de los objetivos cumplidos en la semana precedente, de los objetivos previstos y de las restricciones existentes. Para ello entienden necesario realizar una reunión semanal con todos los implicados en la ejecución, desde representantes de la dirección, proveedores y subcontratistas hasta los jefes de cuadrilla responsables de los diferentes tajos de obra, con el fin de actuar de forma inmediata si se detectan porcentajes bajos de cumplimiento. Este método de Planificación es compatible con los métodos del Project Management del PMBOK.

En el número de Marzo de 2012 de la revista DYNA, Sánchez (2012) muestra la compatibilidad de la utilización del método CCM de Project Management como método de planificación Maestra (a utilizar en el Grupo de Procesos de Planificación) junto a la utilización del método SUP del Lean Construction en la Planificación a corto o semanal (en el Grupo de Procesos de Ejecución y Seguimiento y Control), así como la forma de e integrar los grupos de procesos de Project Management con las fases del modelo LPDS de Lean Construction. (Sánchez-Losada, 2012)<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Sánchez-Losada, J. M. (2012). *INGENIERIA EN LA CONTRUCCION DE AEROPUERTOS: REDUCCION DE COSTES Y EL USO DE LEAN THINKING EN SU. valencia.*

## 2.8. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEAN CONSTRUCTION

Según este autor el principio básico de la filosofía lean es desechar todo aquello que no agrega valor al producto final o al mismo proceso como tal, de cada una de las actividades del proyecto.

### 2.8.1. Reducir el porcentaje de actividades que no agregan valor.

Una actividad que no añade valor, tal y como su nombre lo indica, no añade valor al producto pero en cambio sí consume tiempo y necesita de mano de obra y espacio. Hay 3 motivos por los que existen actividades que no agregan valor:

- Por diseño: Las organizaciones crean de manera automática actividades que no añaden valor, ya que al dividir una tarea en varias su tareas se crean una serie de actividades como la inspección, el movimiento y la espera que no incrementan valor al producto final pero son necesarias pues cada una de ellas son realizadas por diferentes especialistas.
- Por ignorancia: Se crean actividades que no crean valor sin darse Cuenta de ellos o por inexperiencia en los procesos de construcción de las diferentes obras; una de ellas es el gasto excesivo en temas administrativos. Por ser inherentes en la naturalidad de la producción.

La producción tiene de por sí una serie de actividades que no añaden valor (transporte de materiales, variabilidad en los métodos constructivos, etc.) Se puede mejorar la eficiencia de un determinado proceso a través de la mejoría de eficiencia de las actividades de transporte de materiales, mas principalmente se puede conseguir la mejoría eliminando esas actividades. Aun así hay que entender que no siempre será posible eliminar todas las actividades de la producción que no creen valor. Hay una serie de actividades que no crean valor para el cliente final pero si lo

crean para los clientes internos, como podría ser el caso de la planificación, la contabilidad y la prevención de accidentes. (ALARCÓN, 2013).<sup>24</sup>

## **2.9 HERRAMIENTAS DE LEAN CONSTRUCTION.**

Para entender mejor la filosofía Lean Construction, es necesario entender las funciones de cada una de las herramientas que existen como forma de simplificar la aplicación de Lean Construction en los procesos de administración y gestión de una obra. Sin embargo, las herramientas no son más, que la aplicación de los principios teóricos a la práctica profesional. WOMACK, James. Lean Thinking. Saint Louis: Simon and Shuster, 1996. p.62. 24

### **2.9.1 Administración de procesos por demanda (Pull-Driven Process Management).**

A continuación se describen unas herramientas o técnicas por parte de este autor que busca enfocarse en los atributos estratégicos de la filosofía lean.

Consiste en ejecutar una actividad sólo cuando sea pre-requisito inmediato de otra actividad. Su objetivo es construir de forma óptima en términos de tiempo y costo, sin olvidar la calidad.

### **2.9.2 Justo a tiempo (just in time).**

Es una herramienta usada para describir el transporte de materiales al sitio de la construcción, lo cual implica que estos materiales serán trasladados a su destino para ser instalados fácil e inmediatamente lleguen a su localización final, sin ningún tipo de demora como ser almacenados en algún lugar o área definida.

---

<sup>24</sup>ALARCÓN, J. A. (2013). "GERENCIA DE PROYECTOS BAJO FILOSOFÍA LEAN. Guayaquil.

### **2.9.3 Reingeniería en el proceso de negocio (Business Process Reengineering).**

Reingeniería es el acto de rediseñar y repensar ciertos procesos de la producción. Es realizar los cambios necesarios para una mejora en costo, calidad, servicio y tiempo de entrega.

### **2.9.4. Sistema de administración basado en la localización (Location Based Management System).**

Esta herramienta es un sistema técnico de administración natural de Lean Construction, que se concentra en pronosticar el ciclo de obra mientras este se ejecuta a través de las localizaciones de los equipos de trabajo, conjunto a su distribución y movimiento, lo que permite identificar posibles tiempos de holgura. El sistema se basa en cuatro principios básicos: Punto de referencia o línea base, flujo, progreso y pronóstico.

### **2.9.5. . Gestión de Calidad total (Total Quality Management).**

Según Zambrano esta teoría complementa la filosofía lean, pero directamente enfocada al cliente como tal, esta, está definida como. Un conjunto de estrategias de gestión basadas en conseguir que se cumplan las demandas del cliente. Se enfoca en el cumplimiento de los procesos y en la mejora continua de estos. La calidad debe estar controlada y aprobada antes de que una actividad sea caracterizada "completa". Con esto, se asegura que las actividades subsecuentes no se realicen a partir de actividades defectuosas. (ZAMBRANO, 2012).<sup>25</sup>

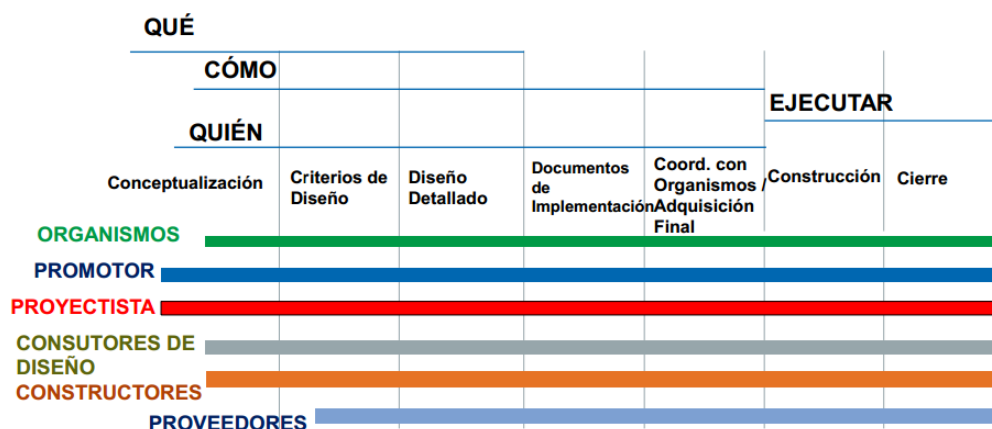
---

<sup>25</sup>ZAMBRANO, A. A. (2012). *PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS EN: IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN. POPAYAN.*

## Integrated Project Delivery (IPD)

Es un sistema integrado de entrega de proyectos que busca alinear intereses, objetivos, y prácticas renovando la organización, el sistema de operación y los términos comerciales que rigen el proyecto. Los principales miembros del equipo del proyecto son el arquitecto, los consultores técnicos, así como el contratista general y los subcontratistas principales de especialidad. Estos miembros forman una organización capaz de aplicar los principios y prácticas del sistema de entrega de proyectos lean (LPDS).

### ILUSTRACIÓN 6. PROPUESTA IPD



Fuente: Brioso, 2014

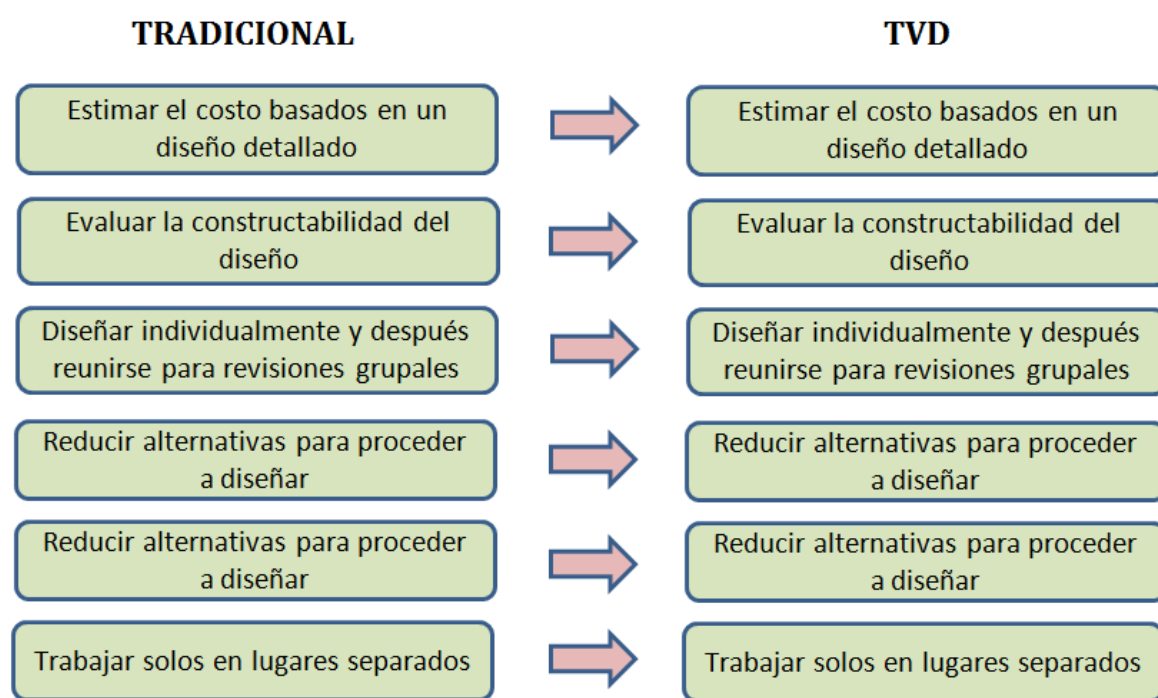
## Target Value Design<sup>26</sup> (TVD)

Es una práctica de gestión disciplinada que se usa a lo largo de un proyecto para asegurar que las instalaciones cumplen las necesidades operativas y el valor requerido por el cliente. Tiene como finalidad ser entregado cumpliendo con el presupuesto del cliente (por debajo del valor del

<sup>26</sup> BRIOSO, XAVIER, (2014). "Material de la Diplomatura de Gestión del Proyectos de Construcción", Pontificia Universidad Católica del Perú.

mercado) y promueve la innovación en todos los procesos de creación del proyecto, para incrementar el valor del proyecto hacia el cliente y minimizar los costos al eliminar los desperdicios.<sup>5</sup>El diseño enfocado en el valor invierte la práctica común de diseño con respecto a lo convencional, por ejemplo en el siguiente cuadro se muestra cómo se desarrolla un proyecto con la metodología tradicional y TVD: (Tejada, 2014)

### ILUSTRACIÓN 7. PROPUESTA IPD

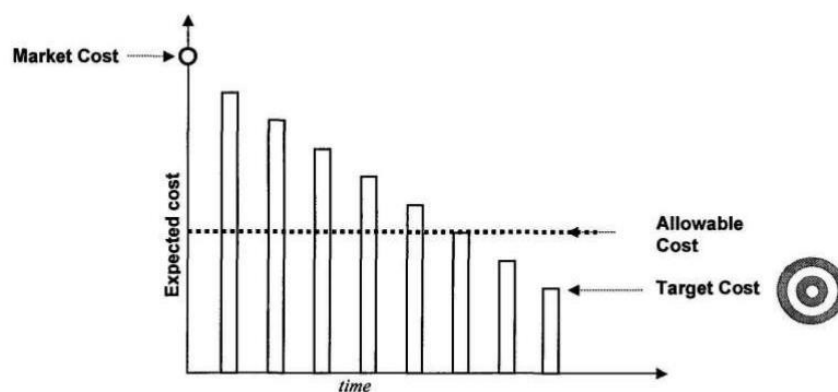


Fuente: Brioso, 2014

El equipo general de diseño tiene como meta diseñar el producto con un costo objetivo (Target Cost) que es establecido por el mismo equipo y es inferior al costo aceptable por el cliente, esto tiene como objetivo crear la necesidad de impulsar la innovación y reducción de pérdidas en el proceso de diseño y construcción.

El siguiente grafico muestra las diferencias entre el costo de mercado (Market Cost), el costo aceptado por el cliente (Allowable Cost) y el costo objetivo (Target Cost); así como el proceso de conversión a lo largo del tiempo. (Tejada, 2014).

#### ILUSTRACIÓN 8. TERMINOS DE COSTEO ASOCIADOS CON TVD



FUENTE: Rybkowski S., 2009

Dentro de la fase de construcción lean se aplican las siguientes herramientas:

- **First Run Studies:** Es el análisis y planeamiento inicial de un proyecto, dentro de esta herramienta se puede enmarcar la sectorización y el diseño del tren de actividades, ambas herramientas generan el dimensionamiento de cuadrillas.
- **Nivel General de Actividad:** Es una herramienta de estudio de procesos a nivel general con la cual se obtienen ratios de trabajos productivos, contributarios y no contributarios.



- **Carta de Balance:** Herramienta que se usa para el análisis de una partida específica y que brinda como el personal distribuye el tiempo de trabajo en cada actividad.

Dentro de la fase de control de producción se aplican las siguientes herramientas<sup>20</sup>:

- **Last Planner System:** Es una herramienta, como bien dice, de control de producción que engloba el proceso de planeamiento, programación y control de un proyecto. Dentro de esta herramienta se aplicaron en el proyecto la planificación maestra, el lookahead, la planificación semanal, el porcentaje de plan completado y las causas de no cumplimiento.

Finalmente dentro del trabajo estructurado se aplicó la siguiente herramienta:

- **Buffers:** Es una herramienta que ayuda a mantener el flujo constante en un proyecto, generando alternativas viables ante los problemas que genera la variabilidad en la construcción.

---

<sup>27</sup> Tejada, A. G. (2014). *APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA LIMA, PERÚ*.

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

A continuación definimos el tipo de investigación, y la metodología y herramientas utilizadas para el procesamiento y análisis de los datos recolectados para llevar a cabo esta investigación.

Esta investigación se orienta en la modalidad de proyecto factible, bajo la sintaxis de investigación aplicada, de tipo experimental, transaccional, descriptiva, donde el resultado esperado es el diseño de lineamientos basados en la filosofía Lean construcción para las etapas gerenciales de un proyecto civil, teniendo como fin una nueva alternativa a la gestión de proyecto que nos ayude a la productividad y competitividad en el sector de la construcción.

Además se presentara un resumen del trabajo realizado a lo largo de la investigación señalando los aspectos más importantes tenidos en cuenta para el desarrollo de la misma.

### 3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN

Se conoce como fuente de información al lugar donde encontramos los datos que requerimos, que a la priori se convierten en información relevante para el investigador, según Eyssautier (2002) los datos son aquellos fundamentos o antecedentes que se requieren para llegar al conocimiento exacto de un objeto de estudio. Estos datos deben ser capaces de sustentar y defender el trabajo (Eyssautier, 2002).<sup>28</sup>

Se tienen dos categorías de fuentes divididas de la siguiente manera:

#### 3.2.1. Fuentes Primarias:

Las fuentes primarias de información son aquellas que nos proporcionan información original o de primera mano que no ha sido retransmitida o grabada en otro medio o documento de información de interés. (Eyssautier, 2002).

Según Muñoz, (1998), este medio permite recompilar la información de forma directa obteniendo los datos del entrevistado por medio de un proceso de cuestionamientos conformado de un conjunto de preguntas predeterminadas.

Según Eyssautier (2002), éste elemento investiga las fuentes para la obtención de datos referidos a la población, por medio de métodos como observación por entrevista y observación por encuestas de los grupos de involucrados tanto directos como indirectos relacionados con el proyecto. Para la creación de una herramienta de Cuadro de Mando Integral en la gerencia de proyectos civiles, objetivo principal de este proyecto, la información obtenida de las fuentes primaria estuvo basada en entrevistas y encuestas a los siguientes grupos de interés:

---

<sup>28</sup>Eyssautier, 2002

- Encuestas a profesionales dedicados al sector de la construcción.
- Entrevistas a los directores y gerentes de empresas y/o proyectos relacionados con el sector construcción.

### **3.2.2. Fuentes Secundarias**

Se conoce como fuentes secundarias a aquellas que su objetivo principal no es ofrecer información, sino guiar hacia la fuente o documento no la puede proporcionar. Los documentos secundarios remiten generalmente a documentos primarios.

Las fuentes secundarias son listas, compilaciones y resúmenes de referencias o fuentes primarias publicadas en un área de conocimiento en particular, las cuales comentan artículos, libros, tesis, disertaciones y otros documentos especializados (Sampieri, Fernández y Baptista, 2006)<sup>29</sup>.

De acuerdo a Eyssautier (2002) ésta se refiere a las fuentes en las cuales la información ha sido transmitida o grabada por medios escritos o electrónicos, previa conformación de su veracidad y su comprobación científica.

Para el caso del presente proyecto se tomaron las siguientes fuentes:

- Libros.
- Tesis.
- Artículos.
- Páginas de Internet

---

<sup>29</sup>Sampieri, Fernández y Baptista, 2006  
Eyssautier, 2002

### 3.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas de investigación se dividen en tres tipos: documental, de campo y mixta:

**Investigación documental:** según Arias (1999) la investigación documental es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos (Arias, 1999).<sup>30</sup>

**Investigación de campo:** la investigación de campo consiste en la recolectar datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna (Arias, 1999).

**Investigación mixta:** Este tipo de investigación concierne a trabajos de investigación en cuyo método de recopilación y tratamiento de datos se conjuntan la investigación documental con la de campo, esto con el propósito de profundizar en el estudio del tema propuesto para tratar de cubrir todos los posibles ángulos de exploración. Al aplicar ambos métodos se pretende consolidar los resultados obtenidos (Muñoz, 1998).

Para que un trabajo de investigación se considere verbalmente científico, se deberá basar en documentos originales, para lograrlo se tendrá que conocer: La autenticidad textual del material documental, La autenticidad literaria, La autenticidad histórica que analiza veracidad de los hechos, La seriedad de la casa editora, La confiabilidad de datos. Eyssautier, M. (2002)<sup>31</sup>.

Para la realización de este proyecto se aplicó una técnica de investigación mixta, ya que se reunió información documental y de campo, con el fin de hacer un estudio más profundo y más cercano a la realidad, se realizó un análisis de campo donde la población fueron los profesionales

---

<sup>30</sup>Arias, 1999

<sup>31</sup>Eyssautier, M. (2002).

dedicados al sector de la construcción a través de encuestas y entrevistas con relación al tema de la investigación.

### 3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para Muñoz (1998) el método es la ruta que se sigue en las ciencias para alcanzar un fin propuesto, y la metodología, es el cuerpo de conocimiento que describe y analiza los métodos para el desarrollo de una investigación.

Los métodos de investigación son procedimientos ordenados que se siguen para establecer el significado de los hechos y fenómenos hacia los que se dirige el interés para encontrar, demostrar, refutar, descubrir y aportar al conocimiento. (Eyssautier, M. (2002).<sup>32</sup>

Para el desarrollo de este proyecto se aplicó el siguiente método de investigación:

**Proyecto Factible:** el enfoque de la presente investigación se encuentra sustentada por la literatura consultada sobre Metodología de la Investigación, en la que se establece que la investigación aplicada de proyecto factible, indaga sobre necesidades asociadas al contexto interno y externo en una organización, para proponer un proyecto que pueda generar un producto de utilidad.

**No Experimental:** Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos

---

<sup>32</sup>Eyssautier, M. (2002).

en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Como señala Kerlinger y Lee (2002): “En la investigación no experimental no es posible manipular las variables o asignar aleatoriamente a los participantes o a los tratamientos”. De hecho, no hay condiciones o estímulos planeados que se administren a los participantes del estudio.

**Transeccional o Transversal:** Los diseños de investigación Transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de al que sucede.

**Descriptivo:** Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de las personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Danhke, 1989). Es decir miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o se recolecta la información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga.

### 3.5. HERRAMIENTAS

A continuación se describen las herramientas que se utilizaron para este proyecto:

a) **Entrevista Personal:** Es un dialogo directo, informal, con los interesados del Proyecto con el objetivo de obtener información. Para la ejecución de este proyecto se realizaron entrevistas a los diferentes departamentos de la Universidad Simón Bolívar, con la finalidad de conocer su percepción sobre la situación actual, tomando como guía para las preguntas los diversos temas ligados a los ejes de responsabilidad social.

Igualmente para identificar las expectativas de los involucrados indirectos se hizo un cuestionario de entrevista con preguntas que conduzcan a la libre expresión del interlocutor.

Toda esta información que se obtuvo fue valiosa y aportó al auto diagnóstico de la Universidad.

a) **Encuestas:** Hacen parte las preguntas escritas que se encuentran en los formatos sugeridos por François Vallaeys. Se encuestó un gran número de stakeholders con el fin de lograr una mayor percepción de la situación actual dentro de una gerencia de proyectos civiles.

b) **Utilización de software:** Se utilizaron herramientas tecnológicas, entre ellas están:

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Microsoft Project

A continuación en el siguiente cuadro se representan cada uno de los objetivos del proyecto, así como sus principales contenidos para su realización.



Tabla 4. RESUMEN DEL MARCO METODOLOGICO

OBJETIVOS	FUENTES DE INFORMACION		TECNICAS DE INVESTIGACION	METODOS DE INVESTIGACION	HERRAMIENTAS	ENTREGABLES
	PRIMARIA	SECUNDARIA				
Conocer la filosofía lean construction y cada una de sus distintas herramientas		Libros, documentos, tesis, artículos de revistas científicas, blogs,	Investigacion mixta	Observacion directa, observacion indirecta, y observacion por encuestas	Softw are , entrevistas, encuestas	Concetos basicos de la filosofía lean construction
Elaborar un diagnóstico que identifique que empresas ubicadas en la ciudad de barranquilla tienen conocimiento y/o aplican la filosofía lean construction	entrevistas a empresas y profesionales del sector de la construccion	Libros, documentos, tesis, artículos de revistas científicas, blogs,	Investigacion mixta		Softw are , entrevistas, encuestas	Encuestas y diagnostico final sobre las empresas encuestadas
Identificar las etapas gerenciales de un proyecto civil	catedra de gestion de proyectos de infraestructura en la universidad de la costa	Libros, documentos, tesis, artículos de revistas científicas, blogs,	Investigacion mixta		Softw are , entrevistas, encuestas	Cuadro de las etapas gerenciales de un proyecto civil
Aplicar las herramientas de la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil		Libros, documentos, tesis, artículos de revistas científicas, blogs,	Investigacion mixta		Softw are , entrevistas, encuestas	Cuadro de lineamientos del lean construction en las etapas de un proyecto civil
Proponer estrategias para que las empresas apliquen la filosofía lean construction a la hora de gestionar y ejecutar un proyecto civil		Libros, documentos, tesis, artículos de revistas científicas, blogs,	Investigacion mixta		Softw are , entrevistas, encuestas	Estrategias para la aplicación del lean construction en las empresas
Elaborar un cuadro comparativo con las ventajas y desventajas de la aplicación de la filosofía lean construction en un proceso constructivo		Libros, documentos, tesis, artículos de revistas científicas, blogs,	Investigacion mixta		Softw are , entrevistas, encuestas	Cuadro comparativo de ventajas y desventajas del lean construction en un proceso constructivo
Elaborar la estructura de desglose de trabajo (EDT)		Libros, documentos, tesis, artículos de revistas científicas, blogs,	Investigacion mixta		Softw are , entrevistas, encuestas	EDT del proyecto
Elaborar un artículo científico basado en el siguiente proyecto para publicar en una revista indexada		Libros, documentos, tesis, artículos de revistas científicas, blogs,	investigacion mixta		Softw are , entrevistas, encuestas	Articulo científico

FUENTE: Elaboración propia, 2016

## **4. DESARROLLO**

### **4.1. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN PROFESIONAL DE PROYECTOS.**

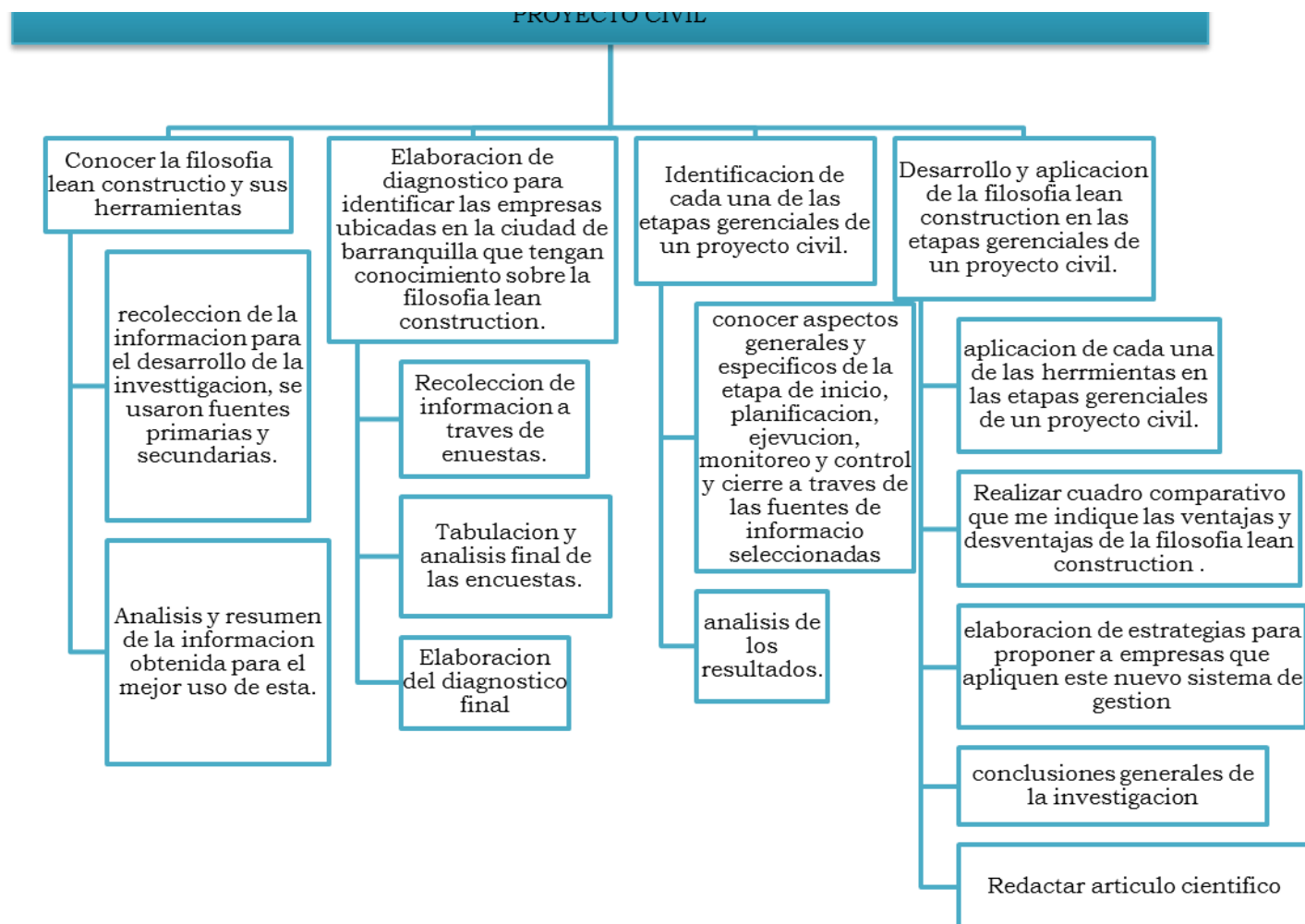
#### **4.1.1. DECLARACION Y DESCRIPCION DEL ALCANCE**

En esta fase de desarrollo del proyecto se desea establecer todas los roles y actividades necesarias para cumplir con los objetivos específico y general del proyecto, como lo es la implementación de la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil, en el cual se seleccionara una muestra de la población escogida como la principal fuente de información, dicha información será extraída a través de encuestas y cuestionarios, que tendrá como objetivo indagar los métodos que usa dicha población para la gestión de proyectos de obras civiles y cuáles son sus principales inconvenientes, para así de ese modo crear unos lineamientos basados en la filosofía lean, que nos permitan tener una mayor competitividad y productividad a la hora de gestionar proyectos de obras civiles .

#### 4.1.2. La EDT del proyecto

A continuación se presenta el esquema de desglose de trabajo de este proyecto

ILUSTRACIÓN 9. EDT DEL PROYECTO



FUENTE: Elaboración propia, 2016

#### 4.1.3. Elaboración del cronograma del Proyecto

En la elaboración del Cronograma se tomaron las previsiones con los aspectos necesarios para que la propuesta concluyera en el tiempo previsto, se hizo especial énfasis en estimar la duración de las actividades y las secuencias de estas.

TABLA 5. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

NO.	NOMBRE DE LA TAREA	DURACION
	DISEÑO DE LINEAMIENTOS BASADOS EN LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LAS ETAPAS GERENCIALES DE UN PROYECTO CIVIL	
1.	DEFINICIÓN DEL PROYECTO.	14 DIAS
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	8 DIAS
1.3.	JUSTIFICACIÓN.	13 DIAS
1.4.	OBJETIVOS.	9 DIAS
2.	MARCO TEORICO.	16 DIA
3.	MARCO METODOLÓGICO.	7 DIAS
4.	DESARROLLO.	
4.1.	DECLARACION Y DESCRIPCION DEL ALCANCE.	4 DIAS
4.2.	LA EDT DEL PROYECTO.	6 DIAS
4.3.	PRESUPUESTO.	5 DIAS

4.4.	DOCUMENTACION DE ROLES Y RESPONSABILIDADES.	2DIAS
4.5.	MATRIZ DE RESPONSABILIDADES.	6 DIAS
4.6.	ORGANIGRAMA.	4 DIAS
4.7.	PLAN PARA LA DIRECCION DEL PERSONAL.	1 DIAS
4.8.	PLAN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO.	10 DIAS
4.9.	RECOLECCION DE INFORMACION	45 DIAS
5.	ENCUESTAS Y ENTREVISTAS	25 DIAS
5.1.	CUESTIONARIO PARA ENCUESTAS Y ENTREVISTAS	10 DIAS
5.2.	TABULACION DE ENCUESTAS Y ENTREVISTAS	10 DIAS
5.3.	ANALISIS DE RESULTADOS	15 DIAS
6	CONCLUSIONES	7 DIAS
8	ARTICULO CIENTIFICO	30 DIAS

FUENTE: Elaboración Propia, 2016

#### **4.1.4. Elaboración del presupuesto**

Se estructuró de acuerdo a los parámetros establecidos por la Alta Dirección basados en la guía PMI.

### Estimación de costo del proyecto.

El costo total del proyecto fue de \$850.000,00 el cual se determinó basándose en los rubros de capacitación, equipo, transporte, alimentación.

TABLA 6. ESTIMACION DE COSTOS DEL PROYECTO

Recurso		Unidad de Medición	Tiempo de Inversión	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Equipo	Material Impreso	Unidad	3 veces	200	\$500	\$100.000
	Rótulos	Unidad	2 veces	10	\$12.000	\$120.000
	Boletines	Unidad	1 vez mensual	250	\$1.000	\$250.000
Capacitaciones		Horas	2 veces	3 horas	\$100.000	\$300.000
Meriendas	Coffe Break	Unidad	10 veces	20	\$2.000	\$40.000
Transporte	Taxi	Unidad	5 veces	5	\$8.000	\$40.000
					Total	\$850.000

Fuente: Elaboración propia, 2016

### 4.1.5. Documentación de roles y responsabilidades

Para el desarrollo de esta investigación fue de suma determinar los roles, responsabilidades y las relaciones que cada uno de los participantes tendrían dentro del desarrollo del proyecto como tal.

#### 4.1.5.1. Matriz de Responsabilidades

La siguiente matriz de asignación de responsabilidades (RAM) usando un formato RACI documenta las actividades realizadas para cumplir con los objetivos del proyecto. A cada actividad se le asignó un responsable para su ejecución.

TABLA 7. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	
ACTIVIDAD	PERSONAS
	Pablo Suarez
Elaborar un diagnóstico que indique cuantas empresas tienen conocimiento sobre el lean construction	R
Recolectar información teórica y de campo para conocer la filosofía lean construction	R
recolectar información teórica sobre las etapas gerenciales de un proyecto civil	R
Diseñar lineamientos basados en la filosofía lean construction para implementar en las etapas de un proyecto	R
Elaborar estrategias para que las empresas implementen el lean construction	R
Elaborar la estructura de desglose de trabajo (EDT) del proyecto	R
elaborar artículo científico basado en la presente investigación para publicar en una revista indexada	R

**R= persona responsable de todas las etapas del proyecto desde el inicio  
hasta el fin**

FUENTE: Elaboración propia, 2016

#### 4.1.6. Organigrama

Se presentó un organigrama del proyecto que consiste en una representación gráfica y jerárquica de los miembros del equipo y de sus relaciones de comunicación, igualmente indican la cantidad de personas necesarias para el mismo.

ILUSTRACIÓN 10. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



FUENTE: elaboración propia, 2016



#### **4.1.7. Plan para la Dirección del Personal**

Aquí se determinaron los conceptos de los recursos humanos necesarios para el proyecto. Se dio cumplimiento al plan de acuerdo a la siguiente organización:

##### **Adquisición de personal**

El ambiente de proyecto fue de tipo matricial fuerte, debido a que la Universidad facilitó el personal necesario, los recursos y la planta física para el trabajo. Tanto el Director como de sus asesores.

##### **Calendario de recursos.**

Los recursos humanos fueron facilitados por la Universidad por una duración de dos meses de acuerdo a las actividades ejecutadas en el cronograma para la primera fase. Ahora corresponderá a la directiva de la Universidad decidir los pasos siguientes, así como los recursos que se requerirán. Para ello se propone un plan informativo y un reporte de sostenibilidad que corresponderá a la segunda etapa.

##### **Cumplimiento:**

El Director del proyecto y su equipo deben ser ejemplo de Responsabilidad Social en sí misma, haciendo buen uso de la aplicación de los conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para lograr con los requisitos del mismo.

## Seguridad

No se configuró un plan de seguridad puesto que en la Institución existen los mecanismos para tal fin.

### 4.1.8. Elaboración del Plan de las Comunicaciones del Proyecto

En este plan se determinaron las necesidades de información de los interesados del proyecto; el mismo incluyó la identificación de los involucrados, su localización, así como la manera en que se abordaron las comunicaciones durante la ejecución del proyecto. A continuación se adjunta la matriz del registro. Ésta contempla la información de verificación, de requerimientos, expectativas y la clasificación de cada uno de los interesados.

TABLA 8. MATRIZ DE REGISTRO DE LOS STAKEHOLDERS

MATRIZ DE REGISTRO DE LOS STAKEHOLDERS				
STAKEHOLDERS	RESPONSABLE	ROL DE PROYECTO	FASE DE INTERES	NIVEL DE APLICACIÓN
Gerente	Gerente	evalua y aprueba todas las ideas del proyecto	todas las fases	alto
Director del proyecto	Director del proyecto	gestionar todas las actividades del proyecto	todas las fases	alto
Empleados	Recursos humanos	desarrollar las actividades	fases de su area	medio
Comunidad	Representante de la comunidad	participa de manera indirecta en el	fases de su area	medio
Cliente	Cliente	participa de manera directa en el desarrollo	todas las fases	alto

FUENTE: Elaboración Propia, 2016

#### 4.1.9 Plan de Comunicaciones

Para planificar la comunicación adecuada se utilizó la matriz de interesados elaborándose la matriz de comunicaciones. Una vez constatado el registro se procedió a planificar el material que contempla: (formato y tiempo) como se mantendrá la comunicación entre los interesados el cual se explica en el siguiente cuadro con su respectiva simbología.

En éste Plan y a objeto de cumplir con la información se propone mensajes claves para cada uno de los involucrados en cuestiones específicas del proyecto.

TABLA 9. SIMBOLOGIA DE LA MATRIZ

SIMBOLO	CONCEPTO
©	Correo electrónico
◆	Llamada telefónica
TM	Reporte Impreso
$\pi$	Reuniones
$\phi$	Solicitud de cambio
¥	Ejecución

FUENTE: Elaboración Propia 2016

TABLA 10. MATRIZ DE COMUNICACIONES

MATRIZ DE COMUNICACIONES		INFORME SEMANAL	INFORME MENSUAL	MINUTOS DE REUNION	SOLICITUD DE CAMBIOS	COSTOS
ROL DEL PROYECTO	INVOLUCRADO	SEM	SEM	QUIN	QUIN	MEN
SUSTENTANTE	PABLO SUAREZ	©, %, π	©, %, π	©, %, π	©, %, π	

FUENTE: Elaboración Propia, 2016

#### 4.1.10. Recolección de información

.

##### 4.1.9.1. Elaboración de Cuestionarios para Encuestas y entrevistas

En esta ocasión para la realización de las encuestas se tomaron muestras poblacionales de las empresas constructoras de la ciudad de Barranquilla, dicha información fue facilitada por Camacol atlántico, y a través del concepto de muestreo aleatorio simple se tomó la cantidad de la muestra.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Dónde:

n= Tamaño de muestra que se desea calcular.

N= Tamaño del universo.

Z= Desviación del valor medio que se toma para alcanzar el nivel de confianza que se desea. Se usará un valor determinado para que vaya en función al nivel de confianza que se busque, este valor se determina por la forma que tiene la distribución de Gauss. Los más comunes son los siguientes:

Nivel confianza 90% =  $Z=1,645$

Nivel confianza 95% =  $Z=1,96$

Nivel confianza 99% =  $Z=2,575$

e= Margen de error máximo que se admite (Este será del 5%).

p= Homogeneidad.

$$n = \frac{(139) * (1,96)^2 * (10\%) * (1 - 10\%)}{(139 - 1) * (5\%)^2 + (1,96)^2 * (10\%) * (1 - 10\%)} = 15,48 = 16$$

Se determinó el número y las características de los encuestados y de los entrevistados en función del ámbito analizado y de criterios de pertinencia, inclusión y representatividad.

#### **4.6.1.1. Cuestionario para las Encuestas**

Nos encontramos realizando un proyecto el cual se basa en el diseño de lineamientos basados en la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil, por tal motivo solicitamos su colaboración con la presente encuesta.

El objetivo principal de la presente encuesta es analizar el conocimiento acerca de la filosofía lean construction por parte de algunas empresas constructoras de la ciudad de Barranquilla atlántico, quienes las emplean y quienes pueden estar interesados en la aplicación de estas en las etapas gerenciales de sus proyectos.

### **Modelo de encuestas.**

#### **1. ¿Tienes conocimiento de la filosofía lean construction?**

Si ☐

☐

No

#### **2. ¿Dónde escucho hablar del lean construction?**

En el posgrado ☐

En una conferencia ☐

☐

Un artículo de revista

Otros ☐

#### **3. ¿con que método gestiona sus proyectos?**

Pmbook ☐

Propio de su empresa ☐

☐

**Empírico**

**4. ¿ha trabajado en algún proyecto donde se utilice la filosofía lean construction?**

**Si** ☐

**No** ☐

**5. ¿cómo califica la filosofía lean en cuanto a calidad y costos?**

**Bueno** ☐

**Malo** ☐

**Regular** ☐

**6. ¿estaría dispuesto a usar o seguir usando el sistema lean construction?**

**Si** ☐

☐

**No**

**Tal vez** ☐

**Tabla 11. ESTADISTICAS GENERALES DE ENCUESTAS**

Número de preguntas realizadas	<b>6</b>
Numero de encuestas hechas	<b>16</b>
Numero de encuestas respondidas por los usuarios	<b>16</b>

FUENTE: Elaboración propia

## CÁLCULO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

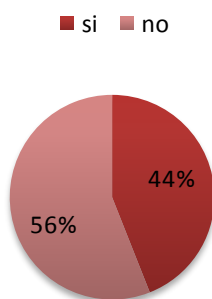
Se presentan los resultados de manera gráfica con su respectiva interpretación analítica.

### 1. ¿Tienes conocimiento de la filosofía lean construction?

Tiene usted conocimiento de la filosofía lean construction	
Respuesta	Número de usuarios que contestaron
Si	7
No	9

ILUSTRACIÓN 11. GRAFICO PREGUNTA 1

#### Número de usuarios que contestaron



FUENTE: Elaboración propia, 2016

El 56% de los encuestados afirmo no tener algún conocimiento acerca de la filosofía lean construction, el otro 44% por el contrario afirmo conocer la filosofía, con estos resultados se realizó un filtro de preguntas en el cual se procedió a realizar unas preguntas al 100% de los encuestados y las preguntas debidas acerca de la filosofía solo al 44% de los usuarios encuestados que conocían acerca del tema.

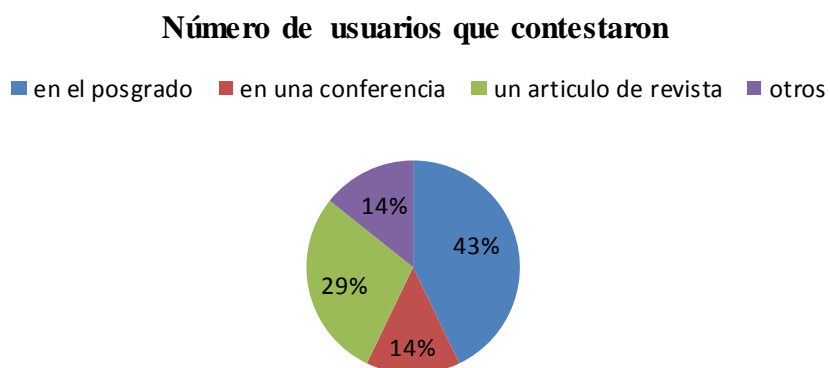


## 2. ¿Dónde escucho hablar del lean construction?

Esta pregunta se le realiza al 44% de los encuestados que afirmaron tener conocimiento acerca de la filosofía lean construction.

<b>Donde escucho hablar del lean construction</b>	
lugar	Número de usuarios que contestaron
en el posgrado	3
en una conferencia	1
un artículo de revista	2
otros	1

ILUSTRACIÓN 12. GRAFICO PREGUNTA DOS



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Del 44% de los usuarios encuestados que afirmaron conocer la filosofía lean construction, el 43% de los usuarios encuestados afirmo conocer la filosofía por medio de un posgrado, el 29%

mediante el artículo de una revista, el 14% por medio de una conferencia, y el 14% restante por otros medios.

Con esto podemos deducir que el medio de conocimiento de la filosofía más importante se da teóricamente por medio de los posgrados.

### 3. ¿con que método gestiona sus proyectos?

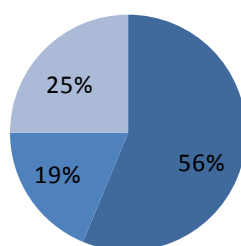
Esta pregunta fue respondida por el 100% de los usuarios encuestados.

con que método gestiona sus proyectos	
método	Número de usuarios que contestaron
pmbook	9
propio de su empresa	3
empírico	4

ILUSTRACIÓN 13. GRAFICO PREGUNTA 3

#### Número de usuarios que contestaron

■ pmbook ■ propio de su empresa ■ empirico



FUENTE: Elaboración propia

Del 100% de los usuarios encuestados, un 56% de los usuarios usa el método de gestión de proyectos pmbook, el 25% afirma usar un método propio impartido por su empresa y el 19% de los usuarios utiliza un método de gestión de proyectos empírico.

Con esto podemos afirmar que de una muestra de 16 usuarios más de la mitad de estos prefieren el método Pmbook.

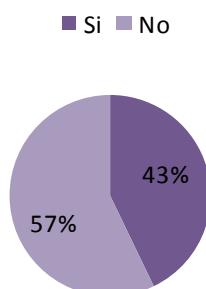
#### 4. ¿ha trabajado en algún proyecto donde se utilice la filosofía lean construction?

Esta pregunta se le realiza al 44% de los encuestados que afirmaron tener conocimiento acerca de la filosofía lean construction.

<b>ha trabajado en algún proyecto donde se utilice la filosofía lean construction</b>	
respuesta	Número de usuarios que contestaron
Si	3
No	4

ILUSTRACIÓN 14. GRAFICO PREGUNTA CUATRO

#### Número de usuarios que contestaron



FUENTE: Elaboración propia, 2016

Del 44% de los usuarios encuestados que afirmaron conocer la filosofía lean construction, el 57% de los usuarios aseguran no haber trabajado en un proyecto en el que se utilizara la filosofía lean construction y el 43% afirman haber trabajado en un proyecto que aplicase la filosofía. Con esto podemos concluir que existe una minoría en cuanto a la aplicación y uso de los recursos que brinda la filosofía lean construction con respecto a los lineamientos en gestión de proyectos dentro de la ciudad de Barranquilla.

### 5. ¿cómo clasifica la filosofía lean en cuanto a calidad y costos?

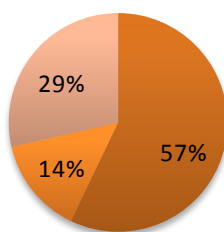
Esta pregunta se le realiza al 44% de los encuestados que afirmaron tener conocimiento acerca de la filosofía lean construction.

<b>cómo califica la filosofía lean en cuanto a calidad y costos</b>	
respuesta	Número de usuarios que contestaron
bueno	4
malo	1
regular	2

ILUSTRACIÓN 15. GRAFICO PREGUNTA CINCO

#### Número de usuarios que contestaron

■ bueno ■ malo ■ regular



FUENTE: Elaboración propia

Del 44% de los usuarios encuestados que afirmaron conocer la filosofía lean construction, el 57% de los encuestados califica la filosofía lean construction como buena en cuanto a calidad y costos, por otra parte el 29% de los usuarios lo califico como regular y el 14% de los usuarios lo califico como malo.

Con esto podemos confirmar la efectividad con respecto a los recursos en calidad y costos que brinda la filosofía lean construction.

#### 6. ¿estaría dispuesto a usar o seguir usando el sistema lean construction?

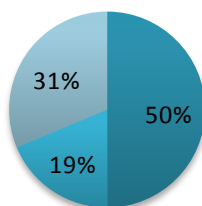
Esta pregunta fue respondida por el 100% de los usuarios encuestados.

<b>estaría dispuesto a usar o seguir usando el sistema lean construction</b>	
respuesta	Número de usuarios que contestaron
Si	8
No	3
Tal vez	5

ILUSTRACIÓN 16. GRAFICO PREGUNTA SEIS

#### Número de usuarios que contestaron

■ Si ■ No ■ Tal vez



FUENTE: Elaboración propia

Esta pregunta fue respondida por el 100% de los usuarios encuestados, cabe especificar que a el 56% de los encuestados que afirmo no tener algún conocimiento acerca de la filosofía lean construction se le hizo una breve explicación de la función y objetivos de la filosofía con esto podemos continuar con el análisis.

Del 100% de los usuarios encuestados, el 50% de ellos afirmaron estar dispuestos a usar o seguir usando el sistema lean construction, el 31% respondió que tal vez y el otro 19% de los usuarios encuestados plantearon no estar dispuestos a usar o seguir usando el sistema lean construction.

Con esto podemos deducir que de los 50 usuarios encuestados más de la mitad entre aquellos que lo conocían y los que no, estarían dispuestos a usar o seguir usando el sistema lean construction

### **Análisis general**

Con respecto al análisis estadístico realizado anteriormente, Se quiere establecer el rango de conocimiento de las empresas de la filosofía lean construction, se encuestaron 16 empresas y un 44% de estas afirman tener conocimiento acerca de la filosofía lean construction, con un intervalo de confianza del 93% para la proporción de encuestados que no estarían interesadas en el uso de la filosofía lean construction en la gestión de sus proyectos.

Formula

$$\hat{p} - 1.96 \times \sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p})/n} \leq p \leq \hat{p} + 1.96 \times \sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p})/n}$$

Solución

$$0.44 - 1.96 \times \sqrt{0.44(1 - 0.44)/16} \leq p \leq 0.44 + 1.96 \times \sqrt{0.44(1 - 0.44)/16}$$

$$= (-0.188, 0.297)$$

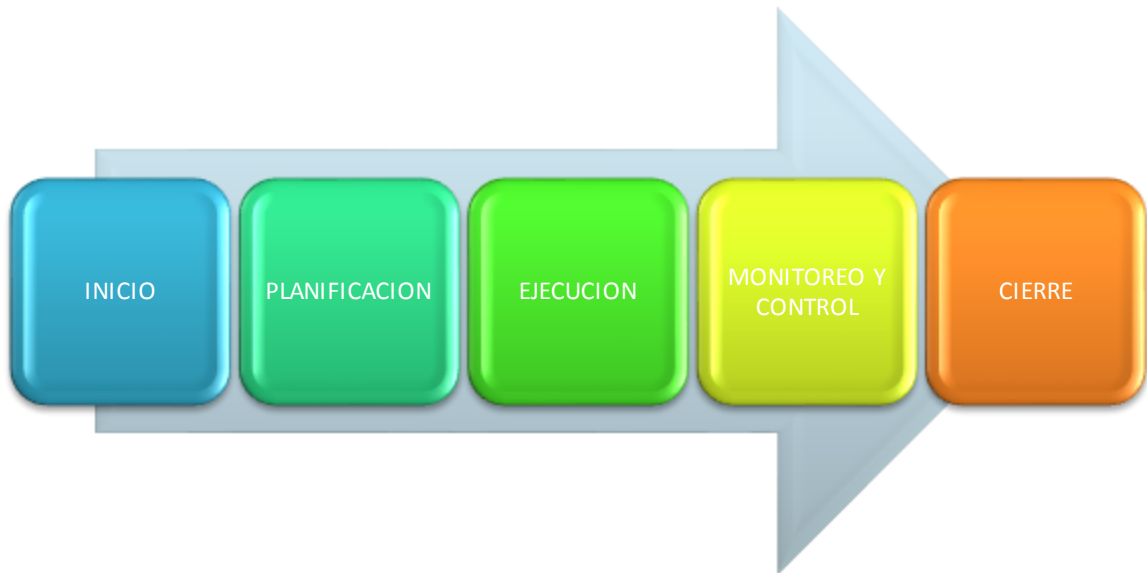
La proporción de encuestados que podrían no estar interesados en el uso de la filosofía lean construction en la gestión de sus proyectos varía entre  $(-0.188, 0.297)$ . Es decir que el rango de encuestados que no estaría interesado en aplicar el lean construction oscila entre un 18% y 29% lo que nos garantiza un alto índice de interés para el desarrollo de la investigación.

### **ETAPAS GERENCIALES DE UN PROYECTO CIVIL**

La gerencia de proyectos civiles esta divididas en 5 etapas según el PMBOOK 5ta edición

- Inicio: son aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para el proyecto. (PMI, 2013)
- Planificación: don aquellos procesos definidos para establecer el alcance del proyecto, los objetivos, y definir el curso de acción para lograr los objetivos propuestos. (PMI, 2013)
- Ejecución: son aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto con el fin de satisfacer las necesidades del mismo.
- Monitoreo y control: son aquellos procesos requeridos para rastrear, revisar y regular el proceso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar cambios correspondientes.
- Cierre: son aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todas las etapas, con el fin de cerrar el proyecto o una fase del mismo.

Ilustración 17. ETAPAS DE GERENCIA DE UN PROYECTO CIVIL



FUENTE: Elaboración propia, 2016

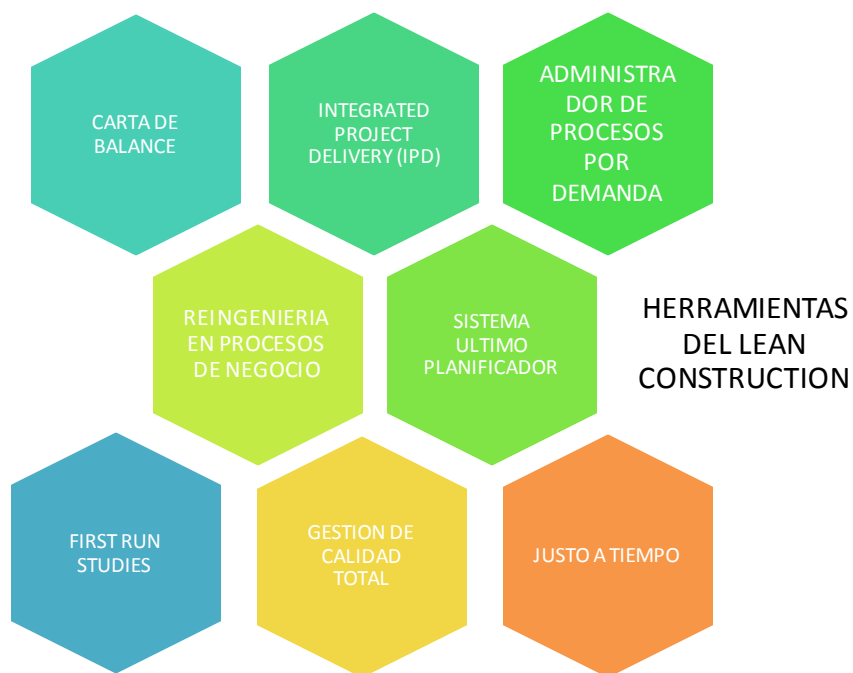
#### **4.2 APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN EN LAS ETAPAS GERENCIALES DE UN PROYECTO CIVIL**

Los estudios de la presente investigación están evocados en el marco del objetivo general, por tal razón la filosofía lean construction esta aplica a las etapas gerenciales de un proyecto civil, las cuales son inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.

Para la aplicación de la metodología Lean se tendrán en cuenta las herramientas mencionadas anteriormente en el marco conceptual.



## ILUSTRACIÓN 18. HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION



FUENTE: elaboración propia, 2016

Debido a la flexibilidad que tiene el lean construction se puede proponer su aplicación de formas muy distintas y estas variarían de acorde con las necesidades y se ajustaría a lo que en verdad se necesita hacer.

Para la aplicación de estas herramientas en las etapas de un proyecto se estudiaron las características de cada herramienta y se aplicaron en cada una de las etapas, para así generar un panorama más amplio al momento de gestionar nuestros proyectos.

La ventaja que tiene el lean construction es que casi todas sus herramientas se pueden usar en cualquier etapa ya que el fin de la filosofía es integrar a todo lo que tenga relación con el proyecto.

Una de las herramientas más interesantes del lean construction es el sistema de último planificador o Last Planner System (LPS) ya que nos da un enfoque general que abarca el proyecto a de principio a fin a través de una planificación maestra que abarca factores importantes como los costos, las comunicaciones, el control de calidad, los stakeholders, el tiempo, los recursos humanos, etc.

Dicha planificación maestra tiene dos objetivos, planificar y controlar, el control se hace a través de planificaciones semanales y diarias de las actividades relacionadas con el problema.

Otra de las herramientas importantes dentro de la filosofía es el Justo a tiempo o Just in time ya que nos ayuda a tener un control sobre los inventarios, lo que nos reduciría los tiempos y por ende los costos de producción.

La tercera herramienta importante en el lean construction es la gestión de calidad total, ya que está basada en el mejoramiento continuo del producto y se tiene muy en cuenta las necesidades del cliente.

En el siguiente cuadro se puede apreciar la relación de las etapas gerenciales de un proyecto civil y las herramientas de la filosofía lean construction.

**ILUSTRACIÓN 19. CUADRO LINEAMIENTOS DEL LEAN CONSTRUCTION EN LAS ETAPAS DE UN PROYECTO**

<b>Etapas gerenciales de un proyecto</b>	<b>Inicio</b>	<b>Planificacion</b>	<b>Ejecucion</b>	<b>Monitoreo y control</b>	<b>Cierre</b>
<b>Herramientas del lean construction</b>					
<b>First run studies</b>	realizar analisis y planteamiento inicial de un proyecto	realizar sectorizacion y diseño de tren de actividades	generar diomensionamiento de cuadrillas a traves de la sectorizacion y tren de actividades		
<b>Sistema ultimo planificador</b>		1. realizar la planificacion maestra 2. realizar planificacion semanal	1. ejecutar la planificacion maestra 2. ejecutar la planificacion semanal	1. aplicar el porcentaje de plan completado a las planificaciones 2. se buscan las causas de no cumplimiento	
<b>Gestion de calidad total</b>	escuchar demandass del clientes	plantear estrategias de gestion para conseguir que se cumplan las demandas del cliente	implementar las estrategias . 2. se ejecutan los procesos y se trabaja para la mejora continua de estos	controlar la calidad y se aprueba la actividad completa	aprobacion del control de calidad
<b>Integrated project delivery (IPD)</b>	alinear intereses de todos los relacionados con el proyecto				
<b>Administracion de procesos por demandad(pull-driven process management)</b>			ejecutar una actividad solo cuando sea requisito inmediato de otra actividad		
<b>Justo a tiempo</b>		planificar estrategias de control de inventarios	ejecutar estrategias de control de inventarios para minimizar tiempos de procesamiento y costes asociados		
<b>Reingenieria en proceso de negocios</b>		diseñar los cambios de ciertos procesos de la produccion para mejorar, costo, calidad, servicio, y tiempo de entrega	ejecutar los cambios diseñados para la mejora de costo, calidad, servicio y tiempo de entrega		
<b>Sistema de administracion basado en localizacion</b>		planificar el sistema de administracion basado en localizacion	hacer la ejecucion de las actividades a traves de las localizaciones de los equipos de trabajo		
<b>Nivel general de actividad</b>			estudiar los procesos para determinar radios de trabajos productivos, contributorios y no contributorios		
<b>Carta de balance</b>			analizar las partidas especificas de trabajo		
<b>Buffers</b>				mantener el flujo constante del proyecto	entrega final del proyecto

FUENTE: elaboración propia

## Ventajas y desventajas del lean construction en un proceso constructivo

La siguiente figura nos proporciona las ventajas y desventajas que tiene el sistema lean, en la imagen se puede ver como predominan las ventajas sobre las desventajas, eso es lo que hace este método muy eficaz y eficiente.

ILUSTRACIÓN 20. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL LEAN CONSTRUCTION



FUENTE: Elaboración propia

## 5. CONCLUSIONES

A través de las distintas fuentes de información tanto primarias como secundarias se conoció de manera detallada la filosofía lean construction, apoyándonos en las bases teóricas de los principales autores, dichas bases fueron de gran ayuda para la realización de esta investigación aclarando así muchas dudas existentes al respecto.

También se llevaron a cabo encuestas que nos permitieron elaborar un diagnóstico, gracias a este se pudo establecer que la filosofía lean construction aún está en una etapa de desarrollo ya que en Barranquilla es poco usada y es conocida solo por casi el 50% sin embargo genera gran expectativa en el medio ya que cuenta con buenas referencias de los usuarios que ya han hecho uso de esta, lo que nos daría un rango de aceptación muy alta.

También se identificó el tipo de población que ya tiene conocimiento del lean construction, en la cual predominaron aquellos profesionales que han cursado estudios de postgrado.

Se identificaron las etapas gerenciales de un proyecto civil, para esto se tuvo en cuenta la conformación citada en el PMBOOK 5ta Edición y los conceptos de la cátedra de gestión de proyectos de infraestructura dictada en la universidad de la costa

En cuanto a la aplicación del lean construction en las etapas de un proyecto se puede decir que tiene muy buenos resultados en el desarrollo de este ya que nos mejoran la productividad y reducen los costos, y entre más se usen sus herramientas mejores resultados vamos a obtener, para la etapas de planificación y de monitoreo y control que cumplen un papel fundamental en el desarrollo del proyecto se descubrió que la herramienta de ultimo planificador es de gran utilidad ya que aplicando todos sus niveles de planificación y control se puede cumplir con los tiempos

establecidos, esto se debe a que las planificaciones son hechas de manera semanal y diarias, y dentro del sistema está incluido las causas de no cumplimiento que nos permite aprender de los errores cometidos para reforzarlos en la siguiente planificación.

De las cinco etapas de un proyecto en las que mejor se aplica el lean construction es en la de planificación, ejecución y monitoreo y control ya que enlazan las actividades entre sí como por ejemplo en el uso de la herramienta de control de calidad total que tiene usos en todas las etapas, sin embargo también podemos decir que cada herramienta se puede utilizar en cualquier etapa ya que esta filosofía está diseñada para acomodarse de acuerdo a las necesidades del proyecto y de quien lo gestione, por tal motivo se demuestra muy eficiente esta metodología.

En el marco metodológico se propusieron varias estrategias para incentivar el uso de la filosofía lean construction en las empresas del sector de la construcción, la problemática radica principalmente en la falta de información sobre esta filosofía en las empresas ya que estas durante años han venido trabajando con un modelo tradicional de gestión, por eso se recomienda educar a la población con estos nuevos métodos para mejorar la productividad y competitividad.

También se realizó un cuadro comparativo que resume las principales ventajas y desventajas que tiene el lean construction en su aplicación a un proceso constructivo que nos dio como resultado una serie de ventajas basadas en el rendimiento y unas desventajas que prácticamente se basaban en el desconocimiento por parte de la población.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Achell, J. F. (2014). Introduccion a Lean Construction.
- ALARCÓN, J. A. (2013). “GERENCIA DE PROYECTOS BAJO FILOSOFÍA LEAN. Guayaquil.
- Asier Tonelado de diego, n. m. (2009). «Las claves del éxito de Toyota». LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas.
- Figueroa, R. V. (s.f.). LEAN THINKING.
- Institute, P. M. (s.f.). GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS.
- J, E. A. (2007). lean production estado actual y desafíos futuros de la investigación.
- Luis Fernando Alarcón Cárdenas. Dr. Ingeniero Civil y Eugenio Pellicer Armiñana. Dr. Ingeniero de Caminos, C. y. (s.f.). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas A new management focus: lean construction. chile - España.
- Luis Fernando Botero Botero, M. E. (2004). universidad EAFIT. Recuperado el 30 de 01 de 2016, de revista universidad EAFIT:
- <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/864/770>
- portafolio.co. (21 de mayo de 2015). Recuperado el 31 de enero de 2016, de Lean Construction’ va en 18 empresas: <http://www.portafolio.co/negocios/lean-construction-colombia>
- Ribón, J. G. (2011). Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean en proyectos de construcción. Bogotá.

- Rodríguez, E. P. (2014). LA COMUNICACIÓN INTERNA COMO FACTOR CLAVE DE ÉXITO EN LA PRODUCCIÓN “LEAN”. Segovia.
- Sánchez-Losada, J. M. (2012). INGENIERIA EN LA CONTRUCCION DE AEROPUERTOS: REDUCCION DE COSTES Y EL USO DE LEAN THINKING EN SU. valencia.
- Shingo, S. (2008). Lean Management.
- ZAMBRANO, A. A. (2012). PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS EN: IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN. POPAYAN.



## **8. ANEXOS**

ANEXO 1: ACTA DEL PROYECTO .....	99
ANEXO 2: EDT.....	104
ANEXO 3: CRONOGRAMA.....	105

### Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO

ACTA DEL PROYECTO	
<b>Fecha</b>	<b>Nombre de Proyecto</b>
JULIO 1 DE 2013	DISEÑO DE LINEAMIENTOS BASADOS EN LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN LAS ETAPAS GERENCIALES DE UN PROYECTO CIVIL
<b>Áreas de conocimiento / procesos:</b>	<b>Área de aplicación (Sector / Actividad):</b>
Alcance, Tiempo, Costo, Recursos Humanos, Comunicación.	<p>Área: Construcción</p> <p>Actividad: Responsabilidad Social</p> <p>Universitaria y Sostenibilidad</p>
<b>Fecha de inicio del proyecto</b>	<b>Fecha tentativa de finalización del proyecto</b>
Octubre 2015	Abril 2016
<b>Objetivos del proyecto (general y específicos)</b>	
<p><b>General:</b></p> <p>Diseñar lineamientos basados en la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil, para una mejor gestión en cuanto a planificación, ejecución, reducción de pérdidas y mayor control de la calidad.</p> <p><b>Específicos:</b></p>	

- a) Conocer la filosofía lean construction y cada una de sus distintas herramientas
- b) Elaborar un diagnóstico que identifique las empresas ubicadas en la ciudad de Barranquilla que tienen conocimiento y/o aplican la filosofía lean construction
- c) Identificar las etapas gerenciales de un proyecto civil
- d) Elaborar un cuadro comparativo con las ventajas y desventajas de la aplicación de la filosofía lean construction en un proceso constructivo
- e) Elaborar la estructura de desglose de trabajo (EDT)
- f) Aplicar las herramientas de la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil
- g) Proponer estrategias para que las empresas apliquen la filosofía lean construction a la hora de gestionar y ejecutar un proyecto civil
- h) Elaborar un artículo científico basado en el proyecto.

#### **Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)**

Desde el inicio de los tiempos la construcción ha sido parte de la evolución de la humanidad y el camino hacia la civilización, está desarrollada para cubrir las necesidades del hombre al mismo tiempo que este iba evolucionando, hasta convertirse en globalización, generando avances económicos y sociales en el mundo.

La construcción o más claro la industria de la construcción debe de ser considerada una de las más importantes, aunque es de notar que aun en una industria tan evolucionada, se siguen utilizando métodos tradicionales en los cuales se

encuentran errores que aparentan no ser perceptibles, el objeto de la construcción tradicional es localizar estos errores como lo pueden ser la pérdida de un material, incumplimiento o demoras por parte de los proveedores o incluso fallas que causan pérdidas dentro de la planificación.

Por otro lado la filosofía lean construction actúa de manera en la que estos errores sean previstos desde la planificación y antes de la ejecución de un proyecto para así lograr reducir las pérdidas, además de que este sistema abarca varias etapas de la construcción de las cuales van desde la planificación hasta control de calidad en las cuales se puedan presentar dichas pérdidas.

### **Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto**

Los entregables para este producto son:

**Objetivo 1:** Conocer la filosofía lean construction y cada una de sus distintas herramientas

Entregables:

- Marco conceptual sobre la filosofía lean construction

**Objetivo 2:** Elaborar un diagnóstico que identifique las empresas ubicadas en la ciudad de Barranquilla que tienen conocimiento y/o aplican la filosofía lean construction.

Entregables:

- Encuestas y análisis de resultados de las mismas

**Objetivo 3:** Identificar las etapas gerenciales de un proyecto civil

Entregables:

- Figura etapas gerenciales de un proyecto

**Objetivo 4:**Elaborar un cuadro comparativo con las ventajas y desventajas de la aplicación de la filosofía lean construction en un proceso constructivo

Entregables:

- Cuadro de ventajas y desventajas del lean construction en un proceso constructivo

**Objetivo 5:**Elaborar la estructura de desglose de trabajo (EDT)

Entregables:

- EDT del proyecto

**Objetivo 6:**

Aplicar las herramientas de la filosofía lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil

Entregables:

- Cuadro de lineamientos del lean construction en las etapas gerenciales de un proyecto civil

**Objetivo 7:**

Proponer estrategias para que las empresas apliquen la filosofía lean construction a la hora de gestionar y ejecutar un proyecto civil

Entregables:

- Estrategias para la aplicación del lean construction

**Objetivo 8:**

Elaborar un artículo científico basado en el proyecto

Entregables:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículo científico</li> </ul>	
<b>Identificación de grupos de interés (Stakeholders)</b>	
involucrados(s) directo(s): Gerentes, directores de proyectos, contratistas, profesionales de la construcción, clientes.  Involucrados(s) indirecto(s): Comunidades Locales, Municipalidad.	
<b>Realizado por:</b>  Pablo Elías Suarez Roa	<b>Firma:</b>  
<b>Aprobado por:</b>  Tutora	<b>Firma:</b>  

**ANEXO 2: EDT**

### ANEXO 3: CRONOGRAMA

NO.	NOMBRE DE LA TAREA	DURACION
	DISEÑO DE LINEAMIENTOS BASADOS EN LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LAS ETAPAS GERENCIALES DE UN PROYECTO CIVIL	
1.	DEFINICIÓN DEL PROYECTO.	14 DIAS
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	8 DIAS
1.3.	JUSTIFICACIÓN.	13 DIAS
1.4.	OBJETIVOS.	9 DIAS
2.	MARCO TEORICO.	16 DIA
3.	MARCO METODOLÓGICO.	7 DIAS
4.	DESARROLLO.	
4.1.	DECLARACION Y DESCRIPCION DEL ALCANCE.	4 DIAS
4.2.	LA EDT DEL PROYECTO.	6 DIAS
4.3.	PRESUPUESTO.	5 DIAS
4.4.	DOCUMENTACION DE ROLES Y RESPONSABILIDADES.	2DIAS
4.5.	MATRIZ DE RESPONSABILIDADES.	6 DIAS
4.6.	ORGANIGRAMA.	4 DIAS
4.7.	PLAN PARA LA DIRECCION DEL PERSONAL.	1 DIAS



4.8.	PLAN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO.	10 DIAS
4.9.	RECOLECCION DE INFORMACION	45 DIAS
5.	ENCUESTAS Y ENTREVISTAS	25 DIAS
5.1.	CUESTIONARIO PARA ENCUESTAS Y ENTREVISTAS	10 DIAS
5.2.	TABULACION DE ENCUESTAS Y ENTREVISTAS	10 DIAS
5.3.	ANALISIS DE RESULTADOS	15 DIAS
6	CONCLUSIONES	7 DIAS
8	ARTICULO CIENTIFICO	30 DIAS